

Lucas Carvalho Soares
(Organizador)

Características e importância econômica da FRUTICULTURA 2

Atena Editora
Ano 2022



Lucas Carvalho Soares
(Organizador)

Características e importância econômica da FRUTICULTURA 2

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Características e importância econômica da fruticultura 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Lucas Carvalho Soares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C257 Características e importância econômica da fruticultura 2 / Organizador Lucas Carvalho Soares. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0602-0
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.020222610

1. Frutas - Cultivo. I. Soares, Lucas Carvalho (Organizador). II. Título.

CDD 634

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Atena Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A cadeia produtiva da fruticultura, que abrange desde a produção de frutas *in natura* até a industrialização de sucos e néctares, é consolidada como um dos segmentos com crescente destaque mundial, isso porque, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, a produção mundial de frutas é superior a 865 milhões de toneladas. Neste contexto, a China e a Índia são os maiores produtores mundial de frutas, ao passo que o Brasil ocupa o 3º lugar com uma produção superior a 41 milhões de toneladas advindas de 2,6 milhões de hectares ocupados com a atividade.

A área destinada ao exercício da fruticultura no Brasil corresponde a apenas 0,3% do território nacional, em grande parte ocupada por propriedades fruticultoras com o cultivo de banana, uva, maçã e laranja. Além de outros cultivos em menor proporção, mas com importância semelhante, entre essas a melancia, abacaxi, manga e goiaba.

Nosso país dispõe de potencial para alavancar a sua produtividade, todavia, alguns obstáculos impossibilitam que possamos vislumbrar o crescimento da fruticultura. A exemplo disso, alguns frutos precisam de condições específicas para o seu pleno desenvolvimento, portanto, limitando sua produção.

Além disso, outro ponto importante é o nível tecnificação, ou seja, existe uma dificuldade por parte dos produtores em adotar tecnologias que possibilitam maximizar a produção e a qualidade dos frutos. Problemas da esfera fitossanitária também têm colaborado para os desafios, isso devido aos prejuízos financeiros que acarretam na redução do lucro pelos fruticultores. Tendo como exemplo, as moscas-das-frutas, fusariose e sigatoka negra que são responsáveis por danos severos aos cultivos.

Uma das formas que pode auxiliar na superação dos desafios mencionados é a colaboração entre o poder público e o privado com o intuito de criar estratégias para a produção frutícola de qualidade, através de inovação tecnológica pautada nos pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), programas governamentais, capacitação dos envolvidos na cadeia produtiva e, principalmente, investimento em pesquisa científica.

Pesquisadores em todo o mundo estão em busca constante do avanço em pesquisas com a finalidade de superar esses desafios. Em vista disso, a coleção "Características e importância econômica da fruticultura 2" surge como um veículo com o intuito de intermediar o acesso dos atores e interessados envolvidos na cadeia produtiva da fruticultura ao conhecimento gerado nas instituições de ensino e pesquisa. A coleção oferta ao público trabalhos de excelência para auxiliar na superação de desafios no que concerne à atividade frutícola.

Lucas Carvalho Soares

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

EVOLUÇÃO DOS METABÓLITOS DA CASCA/POLPA DE PITANGA DURANTE A MATURAÇÃO

Data de aceite: 03/10/2022
Data de submissão: 01/08/2022

Karoline Batista dos Santos
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
http://lattes.cnpq.br/5575709913273801

Suzana da Costa Santos
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
http://lattes.cnpq.br/7811945085200334

Pedro Henrique Ferri
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
http://lattes.cnpq.br/2129799749473005

RESUMO: Os metabólitos da casca/polpa de três biótipos de cor de frutos de pitanga durante quatro estádios de maturação foram investigados por meio de análise multivariada. O grau de maturidade influiu na separação entre os biótipos, exceto para a variedade roxa. Observou-se que o aumento na concentração dos pigmentos e a diminuição nos teores de taninos e flavonoides durante a maturação foi o principal responsável pela separação das amostras de casca/polpa, com destaque para as concentrações de cianidina-3-glicose (CIA), 2-galoil-4,6-HHDF-glicose (GHH), eugeniflorina D_2 (EUG) e quercetina-3-ramnosídeo (QUR). Dessa forma, a biossíntese de compostos bioativos foi influenciada tanto pelo grau de maturação quanto pelo biótipo de cor do fruto.

PALAVRAS-CHAVE: *Eugenia uniflora*; frutos; maturação; biótipos; taninos.

EVOLUTION OF METABOLITES IN PITANGA PEEL/PULP DURING MATURATION

ABSTRACT: Peel/pulp metabolites of three-color biotypes of cherry fruits during four maturation stages were analyzed by means of multivariate analysis. The degree of maturity influenced the separation between the biotypes, except for the purple variety. It was observed that the increase in the concentration of pigments and the decrease in the levels of tannins and flavonoids during maturation was the main responsible for the separation of the peel/pulp samples, with emphasis on the concentrations of cyanidin-3-glucose (CIA), 2-galloyl-4,6-HHDF-glucose (GHH), eugeniflorin D2 (EUG) and quercetin-3-rhamnoside (QUR). Thus, the biosynthesis of bioactive compounds was influenced both by the degree of maturation and by fruit color biotype.

KEYWORDS: *Eugenia uniflora*; fruits; maturation stages; biotypes; tannins.

1 I INTRODUÇÃO

A pitanga (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae) é um fruto muito apreciado no Brasil, porém altamente perecível devido ao curto período de aproveitamento após a colheita, tal que o

processamento em vinhos, suco, licor, geleia ou sorvete é altamente recomendável para agregar valor econômico ao fruto.

Durante o amadurecimento o epicarpo da pitanga pode evoluir de verde para diferentes cores no estádio maduro (vermelho, laranja ou roxo). A ocorrência de biótipos com frutos de diferentes cores pode ser um indicativo da existência de variedades para essa espécie. Além da diferença nas cores também se observou a ocorrência de grande variação na composição dos óleos essenciais das folhas e dos frutos entre árvores de biótipos diferentes, o que sugere uma relação direta entre quimiotipos e biótipos (COSTA *et al.*, 2010; RAMALHO *et al.*, 2019).

Ao contrário das folhas, os compostos fenólicos dos frutos ainda não foram isolados, porém nosso grupo identificou e quantificou taninos hidrolisáveis nos extratos de frutos inteiros de três variedades de pitanga (vermelha, laranja e roxa) por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (RAMALHO *et al.*, 2019), utilizando-se os compostos isolados das folhas (FORTES *et al.*, 2015). Além dos taninos isolados, também foram quantificados os teores de fenóis totais, taninos, flavonoides e antocianinas (RAMALHO *et al.*, 2019). Nessas análises o elagitanino dimérico, oenoteina B, foi o composto fenólico majoritário dos frutos das três variedades de pitanga, o que demonstra um grande potencial funcional desse fruto, pois esse composto é altamente ativo contra diversos tipos de tumores, além de ser antimutagênico (SILVA *et al.*, 2014).

Compostos fenólicos de pitanga foram analisados utilizando a parte comestível (casca e polpa) e não comestível (semente) da pitanga (PEREIRA *et al.*, 2017). Os resultados preliminares demonstraram que casca/polpa tem maior diversidade de compostos: carotenoides, antocianinas, flavonoides e taninos, enquanto sementes possuem apenas taninos, sobretudo na variedade vermelho-laranja (PEREIRA *et al.*, 2017). O objetivo do presente trabalho foi a análise multivariada dos constituintes das cascas/polpas a fim de comparar a evolução dos compostos bioativos durante os estádios de amadurecimento e entre as três variedades de cor de fruto.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

Os compostos fenólicos das cascas/polpas de pitanga, previamente quantificados por HPLC (RAMALHO *et al.*, 2019), foram submetidos às análises estatísticas executadas em R (*R CORE TEAM*, 2020). As variedades de cor de fruto foram a roxa (R), laranja (L) e vermelha (V) e a evolução da maturação dos frutos foram representados pelos estádios E1 (verde), E2 (devez), E3 (maduro) e E4 (muito maduro). Os seguintes códigos foram utilizados para a classe ou compostos quantificados: carotenoides (CAR), cianidina-3-glicose (CIA), quercetina-3-glucosídeo (QUG), quercetina-3-ramnosídeo (QUR), miricetina-3-ramnosídeo (MIR), mono-galoil-glicose (MGG), gemin D (GEM), eugeniflorina D_2 (EUG), 2-galoil-4,6-HHDF-glicose (GHH), oenoteina B (OEN), telimagrandina 1 (TEL) e 1,2,6-tri-

galoil-glicose (TGG).

A análise multivariada exploratória utilizou a ordenação por componentes principais (PCA) das amostras e metabólitos (36 amostras ´ 10 compostos químicos), enquanto que análises por redundância (RDA) permitiram elucidar os padrões de variação dos metabólitos nas amostras em função da variedade e grau de maturação do fruto. Para as RDAs, os metabólitos foram ordenados em uma matriz resposta (36 amostras ´ 10 compostos químicos) e as variedades e estádios de maturação como variáveis categóricas multicotômicas ordenadas em uma matriz explicativa (36 amostras ´ três variedades (R, L, V) ´ quatro estádios (E1, E2, E3 e E4). Os testes de permutação de Monte Carlo irrestritos (999 permutações) foram utilizados para avaliar a significância dos autovalores canônicos. Em todas as RDAs, o fator de inflação da variância (VIF) foi utilizado para guiar a seleção das variáveis evitando a multicolinearidade nas regressões multivariadas. Valores de VIF > 20 são considerados fortemente multicolineares (LEPŠ & ŠMILAUER, 2007).

A análise de agrupamento hierárquico (HCA) foi utilizada a fim de detectar os agrupamentos naturais provenientes da ordenação pelas RDAs e suas relações intra e intergrupos. A análise de HCA utilizou a distância Euclidiana com a minimização da variância pela a técnica de Ward (1963). O algoritmo de lógica nebulosa (fuzzy) *C*-Means (KAUFMAN & ROUSSEEUW, 1990) também foi utilizado no agrupamento natural das amostras. Esta técnica baseia-se na minimização da soma dos quadrados dos desvios das observações dentro das classes em relação a uma amostra representativa mais próxima. O coeficiente de partição normalizado (coeficiente de Dunn) foi utilizado para medir o grau de partição do conjunto. Para avaliar a consistência interna da composição das classes, cada amostra foi associada a uma estrela cujos segmentos foram proporcionais ao coeficiente de associação em um diagrama de ordenamento bidimensional.

As comparações múltiplas de médias foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA e MANOVA). Os dados foram verificados quanto à normalidade e homoscedasticidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, e transformados quando necessário. Um teste *post-hoc* de Tukey foi aplicado sempre que uma diferença significativa foi estabelecida na ANOVA. Valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos. Previamente à análise multivariada, os dados foram pré-processados: a matriz resposta foi transformada para log(x+1) e centrada, enquanto que a matriz explicativa foi autoescalonada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas quantificações dos metabólitos bioativos da casca/polpa dos frutos de *E. uniflora* foram submetidos inicialmente à análise de componentes principais (PCA) a fim de estabelecer as interrelações entre os parâmetros químicos durante a maturação das três variedades. O sistema axial originado pela PCA mostrou

a posição relativa das amostras em um espaço fatorial, sendo que a porcentagem de informação extraída foi de 98,1% nos dois primeiros autovalores (Figura 1). No plano fatorial, as variáveis cianidina-3-glicose e carotenoides (CIA e CAR) aumentaram com o amadurecimento, principalmente nas amostras RE3 e RE4, o que torna a casca/polpa dos frutos roxos coloridos. Flavonoides (QUR e QUG) e taninos (OEN, EUG, GHH e MGG) diminuíram de concentração com o amadurecimento e apresentaram os maiores teores nas amostras LE1, LE2 e VE1.

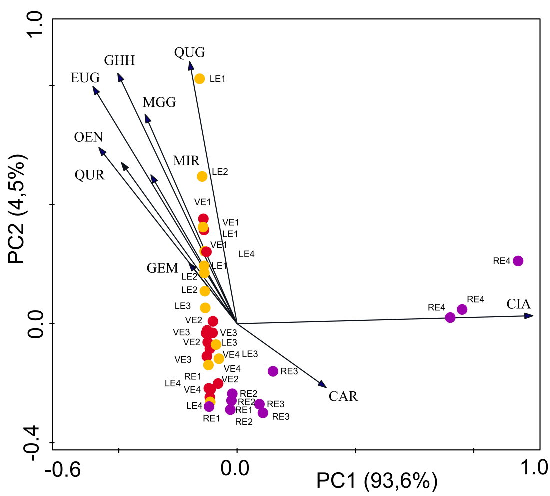


Figura 1. Ordenação pela PCA dos metabólitos (setas) da casca/polpa dos frutos de E. uniflora. Variedades: laranja (●), vermelha (●) e roxa (●); grau de maturação: verde (E1), devez (E2), maduro (E3) e muito maduro (E4). Variáveis: carotenoides (CAR), cianidina-3-glicose (CIA), quercetina-3-glucosídeo (QUG), quercetina-3-ramnosídeo (QUR), miricetina-3-ramnosídeo (MIR), mono-galoil-glicose (MGG), gemin D (GEM), eugeniflorina D_2 (EUG), 2-galoil-4,6-HHDF-glicose (GHH), oenoteina B (OEN).

A RDA indicou correlações significativas entre as matrizes resposta (constituintes químicos) e explicativa (variedade e estádio de maturação), as quais foram maiores nos dois primeiros eixos canônicos (R_1 = 0,748 e R_2 = 0,437) com 59,3% de variância explicada no primeiro plano fatorial. O teste de permutação de Monte Carlo sobre a soma dos eixos canônicos apresentou resultado altamente significativos (*F-Fisher* = 10,58; $p < 0.001$), sinalizando que os padrões de variação nas matrizes não surgiram ao acaso. No entanto, observou-se uma trajetória parabólica no diagrama da RDA em virtude da frequente ausência de linearidade de variáveis temporais em projeções multivariadas (Figura 2a).

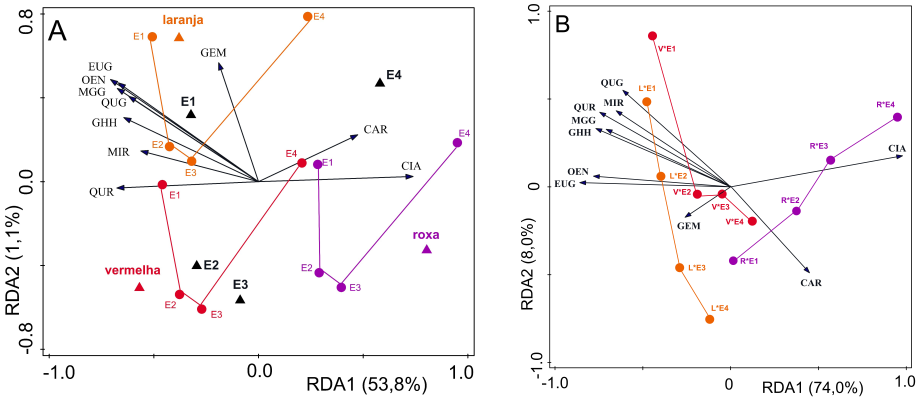


Figura 2. Diagrama da RDA (A) sem interação entre os fatores variedade e maturação (B) com a interação entre os dois fatores. Os metabólitos estão representados por setas, na casca/polpa das variedades laranja (●), vermelha (●) e roxa (●) e no grau de maturação verde (E1), devez (E2), maduro (E3) e muito maduro (E4). Variáveis: carotenoides (CAR), cianidina-3-glicose (CIA), quercetina-3-glucosídeo (QUG), quercetina-3-ramnosídeo (QUR), miricetina-3-ramnosídeo (MIR), mono-galoil-glicose (MGG), gemin D (GEM), eugeniflorina D_2 (EUG), 2-galoil-4,6-HHDF-glicose (GHH), oenoteina B (OEN).

A RDA utilizando a interação variedade*estádio de maturação (Figura 2b) indicou que as correlações foram maiores nos dois primeiros autovalores (R1 = 0,997 e R2 = 0,943) com 82,0% de variância explicada no primeiro plano fatorial e com valores de inflação da variância considerados muito baixos (VIF < 1,84), sugerindo a ausência de multicolinearidade. Os testes de permutação de Monte Carlo sobre a RDA1 ($F = 6,2$), RDA2 ($F = 1,1$) e sobre as somas dos eixos canônicos ($F = 36,6$) foram altamente significativos ($p < 0,001$). Dessa forma, a RDA com interação entre os fatores apresentou vantagens em relação à técnica convencional, não apenas pela ausência do efeito horseshoe, como pelo aumento da variância explicada.

A análise dos dois diagramas de ordenação da Figura 2 apontam resultados similares. Na figura 2a, as cascas/polpas da variedade roxa se diferenciaram das demais pelos teores mais baixos de flavonoides e taninos em todos os estádios de maturação e pelo alto teor de cianidina nas amostras E4. A variável quercetina-3-ramnosídeo (QUR) foi importante para separar as amostras da variedade roxa da vermelha; e a variedade laranja foi a que apresentou os maiores teores de gemin D (GEM), diferenciando-se das demais. A figura 2b, por sua vez, evidenciou que a amostra R*E2 apresentou os menores teores de taninos e flavonoides, enquanto a amostra V*E1 se diferenciou principalmente pelos flavonoides. Ainda, durante o amadurecimento ocorre uma diminuição do teor de taninos e flavonoides e aumento do teor de pigmentos, similar a outros frutos como jabuticaba e acerola (PEREIRA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2012). A miricetina-3-O-ramnosídeo (MIR) apresentou os níveis mais baixos em todas as variedades, achado que difere de um estudo anterior (CELLI *et al.*, 2011) no qual foi o principal representante dessa classe biossintética.

Em contraste, a tendência geral de redução nos níveis de flavonoides, durante a maturação da casca/polpa, já havia sido registrada para as variedades roxa e vermelha de pitanga (CELLI *et al.*, 2011).

Com o intuito de avaliar a contribuição isolada e, ainda, de sobreposição entre os fatores que contribuíram para a variância explicada, efetuou-se o particionamento da variação total condicionada a dois subconjuntos preditores: *variedade e maturação* das cascas/polpas dos frutos (Tabela 1).

Efeitos e variáveis	Covariáveis	Fração da variação	Variação explicada (%)	*F-Fisher*	*P*[a]
Efeito total					
Variedade e maturação		[a+b+c]	82,0	27,6	0,001
Efeitos parciais					
Variedade	Maturação	[a]	53,2	44,7	0,001
Variedade		[a+b]	53,2	18,8	0,001
Maturação	Variedade	[c]	28,8	16,1	0,001
Maturação		[b+c]	28,8	4,3	0,003
Efeitos conjuntos					
Variedade e maturação		[b]	0,0		
Resíduos		[d]	18,0		

[a]Baseado no teste de permutação de Monte Carlo (999 permutações).

Tabela 1. Sumário do particionamento da variação explicada dos metabólitos de *E. uniflora* por meio de RDAs parciais.

Os resultados indicaram que a variação explicada na matriz resposta dos metabólitos pode ser particionada pelos dois subconjuntos de descritores, resultando em um modelo cujo resíduo foi 18,0% ([d]). Das frações da variação decorrentes dos efeitos puros, observaram-se percentuais mais elevados para a influência da variedade (53,2%; fração [a]) em relação ao do grau de maturação (28,8%; fração [b]), os quais foram altamente significativas ($p < 0,001$). A fração resultante de sobreposição dos efeitos conjuntos dos descritores, por sua vez, não contribuiu para a variação explicada (fração [b]), sendo considerado nulo.

A análise de agrupamentos foi realizada utilizando os resultados da RDA com interação entre os fatores variedade e estádio de maturação. Inicialmente realizou-se a análise de agrupamento hierárquico (HCA) (Figura 3), utilizando os escores dos eixos canônicos significativos da RDA.

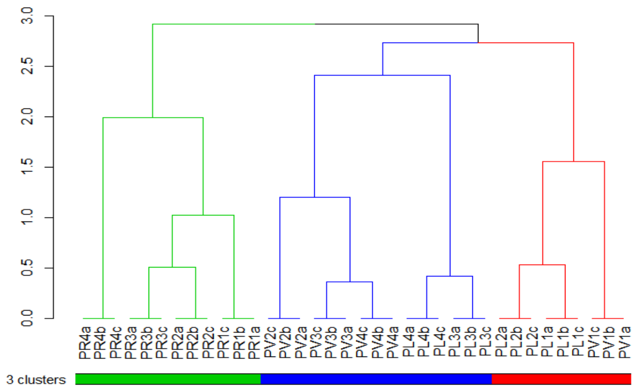


Figura 3. Dendograma da casca/polpa de *E. uniflora* das variedades roxa (PR), vermelha (PV) e laranja (PL) nos estádios verde (E1), devez (E2), maduro (E3) e muito maduro (E4).

Para complementar a análise de agrupamento, aplicou-se a técnica não-hierárquica com lógica nebulosa (fuzzy) *C*-Means (Figura 4).

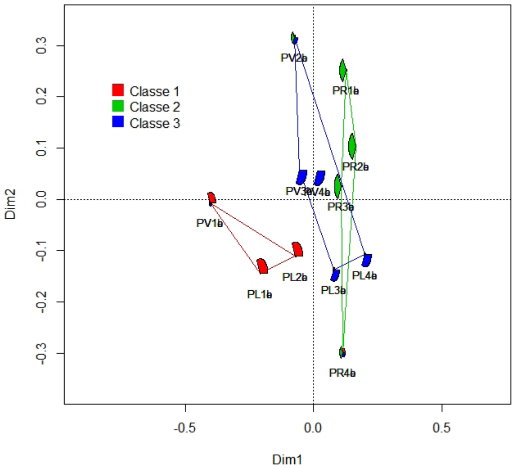


Figura 4. Ordenação das amostras pela técnica nebulosa não-hierárquica *C*-Means.

A partir das figuras 3 e 4 as amostras foram divididas em três classes de similaridade. A primeira classe foi formada por amostras dos estádios iniciais de maturidade (E1 e E2) das variedades vermelha e laranja, os quais apresentaram os mais altos teores de taninos e flavonoides. Todas as amostras do biótipo roxo foram incluídas na segunda classe, que se diferenciou pelo alto teor de cianidinas e menores teores de taninos e flavonoides. A última classe, por sua vez, envolveu as cascas/polpas dos estágios finais de maturidade das variedades vermelha e laranja, as quais se caracterizaram pelos mais altos teores

de pigmentos e baixas concentrações de taninos e flavonoides. Além disso, as amostras da variedade roxa apresentaram a maior variação ao longo de sua maturação e estão de acordo com a maior dispersão no diagrama de ordenação gerado pela técnica *C*-Means.

O mapa duplamente ordenado das amostras (colunas) e variáveis (linha) foi obtido pela média ponderada das variáveis nas amostras (Figura 5a).

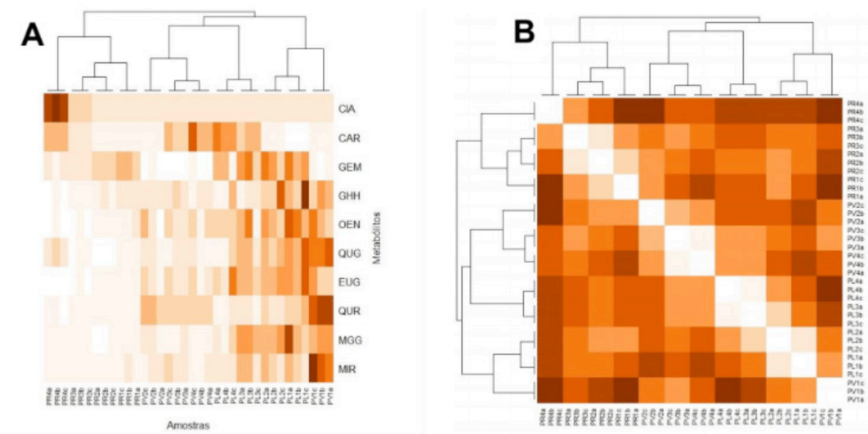


Figura 5. (A) Mapa duplamente ordenado das amostras de *E. uniflora* e as variáveis; (B) Mapa de calor entre as amostras. Variáveis: carotenoides (CAR), cianidina-3-glicose (CIA), quercetina-3-glucosídeo (QUG), quercetina-3-ramnosídeo (QUR), miricetina-3-ramnosídeo (MIR), mono-galoil-glicose (MGG), gemin D (GEM), eugeniflorina D_2 (EUG), 2-galoil-4,6-HHDF-glicose (GHH), oenoteina B (OEN).

Este mapa identifica, pelo gradiente de cor, o teor relativo de variáveis da matriz resposta no conjunto de amostras. Assim, as cascas/polpas da variedade roxa nos estádios E3 e E4 acumularam cianidina-3-glicose (CIA) na classe 2. Já os taninos GHH e EUG caracterizaram principalmente a classe 1 formada por amostras das variedades laranja e vermelha nos estádios E1 e E2. Os flavonoides QUR, QUG e MIR distinguiram as amostras do estádio E1 da variedade vermelha das demais amostras.

O mapa de calor (Figura 5b) produziu uma representação bidimensional indicando quanto as amostras dentro de uma classe se distinguiram entre si por meio de um gradiente de coloração. Neste diagrama as amostras roxas de estágio de maturidade E4 se diferenciaram muito das amostras roxas de estágio de maturidade E1. De fato, a RDA (Figura 2b), sugere que essa discrepância se dá principalmente pelo alto teor de cianidinas nos frutos roxos muito maduros (E4). Já a classe 1, composta pelas amostras dos estádios E1 e E2 das variedades laranja e vermelha, é a mais homogênea, apresentando uma variação menor de cores. De forma geral, a casca/polpa, ao longo da maturação, apresentou tendência crescente de antocianinas e carotenoides e decrescente de taninos hidrolisáveis e flavonoides, semelhante a outros frutos da família Myrtaceae, como ameixa de Java e jabuticaba (LESTARIO *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2017). A composição quantitativa

destas classes foi determinada por análise de variância (ANOVA) e encontra-se na Tabela 1.

Metabólitos	CV(%)[1]	Classe[2]		
		1	2	3
MGG[3]	30,9	**3,85 a**	1,55 c	2,28 b
GEM[4]	10,0	1,26 a	1,02 a	0,86 a
EUG[4]	7,8	**33,30 a**	9,28 c	21,72 b
GHH[4]	7,2	**37,43 a**	13,55 b	18,44 b
OEN[4]	7,1	**20,27 a**	8,39 c	14,78 b
MIR[4]	9,0	**3,75 a**	1,32 b	2,02 b
QUG[4]	5,6	**11,76 a**	4,80 c	6,44 b
QUR[4]	9,7	**20,84 a**	4,95 c	12,75 b
CIA[5]	32,4	1,85 c	**81,99 a**	5,25 b
CAR[5]	41,0	0,98 c	2,44 b	**4,46 a**

[1]Coeficiente de variação. [2]1 (VE1, LE1, LE2); 2 (RE1, RE2, RE3, RE4); 3 (VE2, VE3, VE4, LE3, LE4). [3]Transformado pelo log(x), [4]raiz quádrupla(x) e [5]ordem dos mesmos (rank) na ANOVA. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 1. ANOVA dos metabólitos (mg/100 g) da casca/polpa de pitanga nas classes.

A ANOVA indicou que a classe 1 se destacou pelos altos teores da maioria dos metabólitos. Cianidina-3-glicose (CIA) preponderou na classe 2, carotenoides (CAR) na classe 3, enquanto gemin D (GEM) não apresentou diferença significativa entre as classes. Uma análise mais realística acerca da variabilidade dos metabólitos entre as classes está representada graficamente (Figura 6) em um diagrama de ordenação dos resultados de uma análise de variância multivariada (MANOVA), segundo o teste de Anderson (2001).

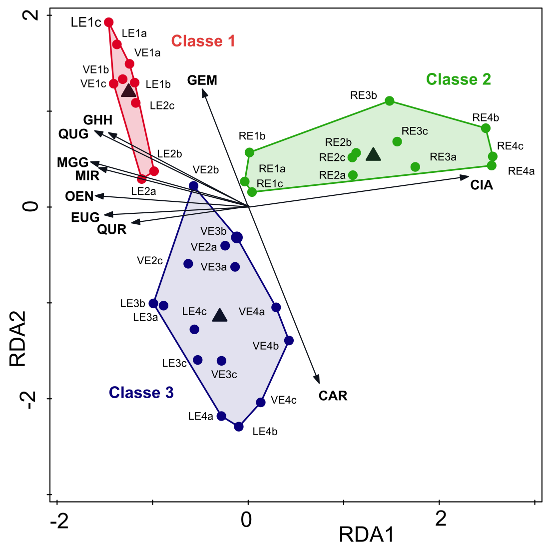


Figura 6. Diagrama (RDA) das amostras de casca/polpa de *E. uniflora* de acordo com a análise de variância multivariada (MANOVA), mostrando os centroides das classes como triângulos.

Os resultados da MANOVA indicaram homoscedasticidade multivariada nas matrizes de covariância (F = 3,0; p = 0,062), cujo modelo foi altamente significativo (F = 24,8; p < 0,001). Na figura 6, a importância dos metabólitos em cada classe está bem estabelecida, com destaque de CIA e CAR nas classes 2 e 3, respectivamente.

4 | CONCLUSÃO

A casca/polpa de pitanga possui uma grande complexidade, com quatro grupos biossintéticos: carotenoides, antocianinas, flavonoides e taninos. A composição química das cascas/polpas foi dependente da variedade e do estágio de maturação dos frutos. A variedade laranja apresentou os maiores teores de taninos e compostos fenólicos, exceto cianidina-3-glicose. As análises multivariadas mostraram que nas amostras de casca/polpa houve separação, em função do grau de maturidade e da variedade do fruto, sendo que o aumento na concentração dos pigmentos e a diminuição nos teores de taninos e flavonoides, durante a maturação, foi o principal responsável pela separação das amostras. Os principais metabólitos responsáveis pela discriminação das amostras em três classes de similaridade foram cianidina-3-glicose (CIA), 2-galoil-4,6-HHDF-glicose (GHH), eugeniflorina D_2 (EUG), quercetina-3-ramnosídeo (QUR) e carotenoides (CAR). As cascas/polpas podem ser consideradas como fontes de compostos antioxidantes e antimutagênicos (CARNEIRO *et al.*, 2017; FORTES *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2014) e podem ser utilizadas na prevenção de doenças degenerativas. Além disso, as amostras no estádio muito madura (E4), de todas as variedades, são fontes de carotenoides e provitamina A, enquanto que a variedade roxa

constitui uma fonte potencial do pigmento cianidina-3-O-glicosídeo (CIA).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (# 401188/2016-7).

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001.

CARNEIRO, C. C. *et al.*, Cytotoxic and chemopreventive effects of gemin D against different mutagens using *in vitro* and *in vivo* assays. **Anti-Cancer Agents Medicinal Chemistry**, v. 16, p. 712-718, 2017.

CELLI, G. B.; PEREIRA-NETTO, A. B.; BETA, T. Comparative analysis of total phenolic content, antioxidant activity, and flavonoids profile of fruits from two varieties of Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.) throughout the fruit developmental stages. **Food Research International**, v. 44, n. 8, p. 2442-2451, 2011.

COSTA, D. P. *et al.* Influence of fruit biotypes on the chemical composition and antifungal activity of the essential oils of *Eugenia uniflora* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 5, p. 851-858, 2010.

FORTES, G. A. C. *et al.* Antioxidant activities of hydrolysable tannins and flavonoid glycosides isolated from *Eugenia uniflora* L. **Records of Natural Products**, v. 9, n. 2, p. 251-256, 2015.

KAUFMAN. L.; ROUSSEEUW, P. J. **Finding groups in data: an introduction to cluster analysis.** John Wiley & Sons: NJ, Cap. 4, p. 164-197, 1990.

LEPŠ, J.; ŠMILAUER, P. **Multivariate analysis of ecological data using Canoco**. Cambridge University Press: Cambridge, 2007.

LESTARIO, L. N. et al., Changes in polyphenolics during maturation of Java plum (Syzygium cumini Lam.). **Food Research International**, v. 100, n. 3, p. 385-391, 2017.

OLIVEIRA, L. S. *et al.* Antioxidant metabolism during fruit development of different acerola (*Malpighia emarginata* D.C) clones. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 32, p. 7957-7964, 2012.

PEREIRA, L. D. *et al.* Polyphenol and ellagitannin constituents of jabuticaba and chemical variability at different stages of fruit development. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 6, p. 1209-1219, 2017.

PEREIRA, M. O. A.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C. Avaliação da evolução de compostos fenólicos durante o amadurecimento de frutos de três variedades de *Eugenia uniflora*. **Anais do 16º Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão**, Goiânia. p. 310, 2019.

RAMALHO, R. R. F. *et al.*, Variability of polyphenols and volatiles during fruit development of three pitanga (*Eugenia uniflora* L.) biotypes. **Food Research International**, v. 119, p. 850-858, 2019.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna*, version 3.6.3, 2020.

SILVA, C. A. *et al.* Genotoxicity and cytotoxicity evaluation of oenothein B and its protective effect against mitomycin c-induced mutagenic action. **Mutation Research**, v. 767, p. 8-12, 2014.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of American Statistical Association**, v. 58, n. 301, p. 236-244,1963.

CAPÍTULO 2

TEORES DE MICRONUTRIENTES EM LIMBOS E PECÍOLOS E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS COMERCIAIS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO

Data de aceite: 03/10/2022

Lucio Pereira Santos
Pesquisador; Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, Amazonas

Enilson de Barros Silva
Professor; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucurí
Diamantina, Minas Gerais

RESUMO: Com os objetivos de avaliar os teores de micronutrientes em pecíolos e limbos de mamoeiro e a correlação do estado nutricional da planta com a produtividade de frutos comerciais, instalou-se um experimento com quinze cultivares de mamoeiros, espaçamento de 3,5 m x 2,0 m, em blocos casualizados, quatro repetições, unidade experimental de 10 plantas em linha. População de 600 plantas, após sexagem. O preparo da área e os tratos culturais seguiram as recomendações para a cultura, e o plantio no campo foi realizado no dia 29/04/2009. No dia 25/07/2009, instalou-se o sistema de irrigação com fitas gotejadoras. Foram avaliados, em duas épocas, os teores dos nutrientes (mg kg^{-1}) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e, Zinco (Zn), aferidos em "limbos" e "pecíolos", e a produtividade de frutos comerciais, em dois períodos. Os dados médios foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott (1974) a 5%. O pecíolo foliar do mamoeiro parece ser o mais indicado para se procederem às análises dos micronutrientes, porém, o limbo também pode ser utilizado. O período de colheita afeta a produtividade e a cultivar Caliman 01 foi a mais produtiva nos dois períodos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade genética, nutrição mineral, adaptabilidade, amostragem foliar, *Carica papaya*.

MICRONUTRIENT CONTENTS IN LIMBOS AND PETIOLOS AND YIELD OF COMMERCIAL FRUITS OF PAPAYA CULTIVARS

ABSTRACT: With the objective of evaluating the micronutrient contents in petiole and mosquito limbes and the correlation of the nutritional status of the plant with the yield of commercial fruits, an experiment was installed with fifteen cultivars of maize, spacing of 3.5 m x 2.0 m, in randomized blocks, four replications, experimental unit of 10 plants in line. Population of 600 plants after sexing. The preparation of the area and the cultural treatments followed the recommendations for the crop, and planting in the field was carried out on 04/29/2009. On 25/07/2009, the irrigation system was installed with drip tapes. The contents of nutrients (mg kg^{-1}) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) and, Zinco (Zn), were evaluated in two seasons, measured in "limbos" and "petioles", and yield of commercial fruits in two periods. The mean data were submitted to variance analysis and the mean characteristics were compared using the Scott-Knott Test (1974) at 5%. The leaf petiole of the papaya seems to be the most indicated for micronutrient analyses, but limbo can also be used. The harvest period affects productivity and the cultivar Caliman 01 was the most productive in the two periods evaluated.

KEYWORDS: Genetic variability, mineral nutrition, adaptability, leaf sampling, *Carica papaya*.

1 I INTRODUÇÃO

No Brasil, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte são os Estados que mais empregam tecnologias na produção do mamão.

Por sua vez, as lavouras desta cultura no Amazonas são pouco produtivas, caracterizando-se por ofertarem ao consumidor local um produto de baixa qualidade, com ausência de padrão/uniformidade dos frutos, sazonalidade da oferta, dentre outras limitações de caráter tecnológico que têm sido responsáveis pelo desabastecimento e pela falta de qualidade do mamão comercializado no mercado amazonense.

Para atingir seu potencial produtivo máximo, o mamoeiro necessita de alguns fatores ambientais, tais como luz, temperatura, substrato (solo), CO_2, água e nutrientes. Mas, todos esses recursos precisam estar de forma proporcional e equilibrada, não raro necessitando da intervenção do homem para se promover esse equilíbrio.

Entre os diversos fatores envolvidos no crescimento e no desenvolvimento do mamoeiro, os nutrientes possuem papel de destaque.

Por apresentarem diversas particularidades e interações entre si e com o ambiente, os nutrientes merecem um tratamento especial, considerando ainda que eles são recursos que permitem as elevações da produtividade e da qualidade do mamão produzido.

Segundo Costa (1996), a diagnose foliar do mamoeiro vem mostrando-se bastante útil para identificar o estado nutricional da planta e auxiliar na recomendação de adubação.

Visando contribuir com alternativas para a região, realizou-se este trabalho com o objetivo geral de introduzir, avaliar e identificar cultivares adaptadas às condições de clima e solo do Estado do Amazonas, portadoras de elevado potencial produtivo e de características agronômicas favoráveis à qualidade, para futuras recomendações aos produtores.

Nesta etapa do projeto, o objetivo específico foi avaliar o possível comportamento diferencial de quinze cultivares de mamoeiros em relação ao seu estado nutricional em micronutrientes, buscando também identificar a estrutura da folha (limbo ou pecíolo) que melhor reflete o estado nutricional da planta.

Essa identificação permitirá recomendar aos produtores a melhor estrutura da folha para as coletas de amostras, considerando os micronutrientes individualmente ou em conjunto, que serão destinadas às análises químicas de acompanhamento da nutrição em micronutrientes da cultura. Para subsidiar essas estimativas, realizaram-se coletas de frutos de padrão comercial, em ponto de colheita, agrupando-os em dois períodos distintos (trimestres), para possibilitar as associações entre os micronutrientes e a produtividade.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Iranduba/AM, em Latossolo Amarelo argilo-arenoso (Santos et al., 2018). As características químicas do solo coletado e analisado, de acordo com Teixeira et al. (2017), são apresentadas no Quadro 1.

Prof.	pH[1/]	MO[/2]	P[3/]	K[3/]	Ca[4/]	Mg[4/]	Al[4/]	T[5/]	V[6/]	m[7/]	Fe[3/]	Zn[3/]	Mn[3/]	Cu[3/]
(cm)		g dm^3	mg dm^{-3}		cmol$_c$ dm^{-3}				%		mg dm^{-3}			
0-20	4,91	12,75	40	19	0,76	0,16	0,88	6,64	14,73	47,38	166	0,92	2,27	1,07
20-40	4,61	2,21	12	8	0,35	0,07	1,00	4,84	9,37	68,8	240	0,47	1,69	0,61

[1/] H_2O Relação solo:solução 1:2,5; [2/] Matéria orgânica = C (carbono orgânico) x 1,724 - Walkley-Black; [3/] Extrator Mehlich 1; [4/] Extrator KCl 1 mol L^{-1}; [5/] Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; [6/] Saturação por bases; [7/] Saturação de alumínio.

Quadro 1. Dados médios observados das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento, no dia 04 de dezembro de 2008

A altitude da área experimental é de 50 m; latitude de 3º 15’ S; longitude de 60º 20’ W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é tropical chuvoso tipo Afi (Antonio, 2005).

Os tratamentos foram constituídos de quinze cultivares de mamoeiro, indicadas no Quadro 5. A cultivar Regina foi selecionada, de forma empírica, por um produtor de Iranduba/AM. As duas cultivares, nomeadas como *Plus Seed* e *Isla,* foram adquiridas no comércio local, em Manaus. As outras doze cultivares foram introduzidas do Estado do Espírito Santo.

O espaçamento adotado foi de 3,5 m x 2,0 m. Delineamento experimental de blocos casualizados. A unidade experimental foi constituída de 10 plantas em linha. A população, de 600 plantas, após sexagem.

A área, que havia sido cultivada anteriormente com a cultura da banana, foi arada e gradeada e recebeu calagem em área total, com calcário dolomítico (PRNT = 90%) para elevar a soma em bases para 80%, que foi incorporado a cerca de 20 cm de profundidade, com a grade niveladora. Posteriormente, foram abertos sulcos com implemento acoplado ao trator. Nos sulcos foram distribuídos, por metro, 6 litros de esterco-de-aves, 300 gramas de superfosfato simples e, 40 gramas de cloreto de potássio. O transplante das mudas para o campo foi realizado no dia 29/04/2009. No dia 12/06/2009 iniciou-se o programa de adubação em cobertura das plantas, seguindo frequência mensal de parcelamentos. No dia 25/07/2009, instalou-se o sistema de irrigação com fitas gotejadoras. Os demais tratos culturais, monitoramento e controle fitossanitário seguiram as recomendações de Martins & Costa (2003) e Noronha et al. (2005).

Foram avaliados, em duas épocas (01/03/2010 e 25/05/2010), os teores dos micronutrientes (mg kg^{-1}) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e, Zinco (Zn), aferidos em “limbos” e “pecíolos” e, em dois trimestres (jan/fev/mar e abr/mai/jun), a

produtividade de frutos comerciais (PFC), de quinze cultivares de mamoeiro.

Para as avaliações dos teores de micronutrientes, nas duas épocas, foram coletadas, das quinze cultivares de mamoeiro, de cada repetição, quatro folhas, sendo uma folha de cada planta, que apresentavam em sua axila uma flor recentemente aberta, separando-se as estruturas "limbos" e "pecíolos". No laboratório, as análises seguiram a metodologia recomendada por Malavolta et. al. (1997).

Para as avaliações das produtividades de frutos comerciais (PFC), nos dois trimestres, foram coletados, semanalmente, frutos em ponto de colheita, que são aqueles que apresentam estrias ou faixas em sua casca com cerca de 50% de coloração amarela. Os frutos foram destacados das plantas por meio de torção até a ruptura do pedúnculo.

Os frutos não-comerciais, que são aqueles com peso abaixo de 350 gramas, com deformações, apresentando cascas enrugadas, com manchas, com danos mecânicos e ainda com coloração destoante da variedade, não foram incluídos nas análises.

Os dados médios foram submetidos à análise de variância usando-se o software (Sisvar® software 5.6) (Ferreira, 2011), e as médias das características foram comparadas entre as cultivares por meio do Teste Scott-Knott (1974) a 5%, para as fontes de variação "cultivar", "estrutura da folha amostrada" (= parte) e, "cultivar x estrutura da folha amostrada" para os nutrientes das amostras coletadas nas duas épocas e, para as fontes "cultivar", "período de colheita" (= trimestre), "cultivar x período de colheita", para a produtividade, dos trimestres jan/fev/mar e abr/mai/jun.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação realizada em 01/03/2010, houve efeito significativo de "cultivar" para a variável Cu, de parte da folha para B, Cu, Fe e Mn, e da interação cultivar x parte da folha para Cu. O resumo da análise de variância desses dados é apresentado no Quadro 2.

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	3	779,03	0,79	11038,38	127,56	36,06
Cultivar	14	106,07	**1,20***	2005,18	53,44	69,18
Parte	1	**4727,59****	**97,65****	**107648,09****	**9059,50***	7263,72
Cultivar*Parte	14	101,08	**1,83***	1628,92	10,79	71,23
Erro	87	94,23	0,36	1599,28	44,35	26,48
CV (%)		31,97	9,90	54,01	28,99	15,97
Média Geral		30,37	6,08	74,04	22,97	32,23

* e ** significativo, respectivamente, a 5 e 1% pelo teste de F.

Quadro 2. Quadrados médios das variáveis boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e, zinco (Zn), avaliadas em limbos e pecíolos foliares, coletados no dia 01/03/2010

Na avaliação realizada em 25/05/2010, houve efeito significativo de "cultivar" para as variáveis Cu, Fe e Zn, de parte da folha para B, Cu, Mn e Zn, e da interação cultivar x parte da folha para B, Cu, Fe e Zn. O resumo da análise de variância desses dados é apresentado no Quadro 3.

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	3	37,31	2,94	829,05	91,92	163,74
Cultivar	14	41,73	**0,86***	**2987,85***	24,23	**60,06****
Parte	1	**13003,55****	**80,61****	1339,81	**6503,89****	**2572,34****
Cultivar*Parte	14	**44,24***	**0,66***	**2566,31***	5,87	**29,70***
Erro	87	25,93	0,29	1250,18	16,90	16,69
CV (%)		17,27	8,21	46,08	24,36	12,89
Média Geral		29,49	6,52	76,72	16,88	31,70

* e ** significativo, respectivamente, a 5 e 1% pelo teste de F.

Quadro 3. Quadrados médios das variáveis boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e, zinco (Zn), avaliadas em limbos e pecíolos foliares, coletados no dia 25/05/2010

Houve efeito altamente significativo de "cultivar", de "período de colheita (trimestre)" e da interação "cultivar x período de colheita", para a "produtividade trimestral de frutos comerciais" (PTFC). O resumo da análise de variância desses dados é apresentado no Quadro 4.

FV	GL	Quadrado médio
		PTFC
Bloco	3	**43,64****
Cultivar (C)	14	**90,83****
Período de colheita (PC)	1	**1.718,17****
C x PC	14	**42,89****
Erro	87	10,76
CV (%)		35,00
Média Geral		9,30

** Significativo a 1% pelo teste de F.

Quadro 4. Quadrados médios da variável "produtividade trimestral de frutos comerciais" (PTFC), nos períodos de colheita Jan/Fev/Mar e Abr/Mai/jun, do ano de 2010, de quinze cultivares de mamoeiro

No Quadro 5, são apresentados os dados da característica "produtividade trimestral de frutos comerciais" (PTFC), nos períodos Jan/Fev/Mar e Abr/Mai/Jun do ano de 2010, com as comparações das médias entre as cultivares e destas, entre os dois períodos de

colheita.

Cultivares de Mamoeiro	PTFC					
	J/F/M			A/M/J		
	(t ha^{-1})	%	PVA	(t ha^{-1})	%	PVA
Caliman 01	17,25 **aA**	**100**	**1**	19,51 **aA**	**100**	**1**
Brilhoso	9,29 **bA**	53,86	2	2,84 **cB**	14,56	15
Caliman M-5	9,00 **bB**	51,42	3	16,76 **aA**	85,90	3
Sunrise Solo P. K.	6,93 **cB**	40,17	4	17,28 **aA**	88,57	2
Isla	6,66 **cB**	38,60	5	12,66 **aA**	64,89	10
Solo BS	6,10 **cB**	35,36	6	14,24 **aA**	72,99	6
THBGG	5,00 **cB**	28,99	7	13,65 **aA**	69,96	8
Sunrise Solo	4,61 **cB**	26,72	8	13,69 **aA**	70,17	7
Diva	3,90 **cB**	22,60	9	10,89 **bA**	55,82	11
Taiwan	3,89 **cB**	22,55	10	16,02 **aA**	82,11	4
Gran Golden	3,10 **cB**	17,97	11	13,44 **aA**	68,89	9
Regina	2,61 **cB**	15,13	12	15,62 **aA**	80,06	5
Plus Seed	2,23 **cB**	12,92	13	9,81 **bA**	50,28	13
Golden	1,32 **cB**	7,65	14	10,13 **bA**	51,92	12
BSA	0,89 **cB**	**5,16**	**15**	9,78 **bA**	**50,13**	**14**

Médias seguidas de letras iguais, minusculas na coluna (comparação de cultivares) e maiusculas na linha (comparação entre os dois períodos), não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%. **PVA**: Posição no ranking de Produtividade em Valores Absolutos, dentro de cada período de colheita.

Quadro 5. Dados médios estimados da característica "produtividade trimestral de frutos comerciais" (**PTFC**), nos períodos Jan/Fev/Mar e Abr/Mai/Jun do ano de 2010, de quinze cultivares de mamoeiro, com as comparações das médias entre as cultivares e entre os períodos de colheita

Em geral, as cultivares apresentaram maior produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC) no período abr/mai/jun do que no período jan/fev/mar (Quadro 5). Houve diferenças significativas entre as cultivares, nos dois períodos estudados. Caliman 01 se destacou entre todas, exibindo a maior produtividade, tanto no período jan/fev/mar como também no período abr/mai/jun, respectivamente, 17,3 t./ha^{-1} e 19,5 t./ha^{-1}.

No período jan/fev/mar houve grande variação da PTFC entre as cultivares, o que as classificaram em três grupos distintos, com a Caliman 01 se posicionando, de forma isolada, no primeiro grupo.

Por sua vez, no período abr/mai/jun, a cultivar Caliman 01, apesar de em valor absoluto também ter ficado em primeiro lugar, não diferiu significativamente das cultivares

Sunrise Solo P. K., Caliman M-5, Taiwan, Regina, Solo B S, Sunrise Solo, THBGG, Gran Golden e, Isla.

Nota-se também no Quadro 5 que, as cultivares que constituíram os grupos “b” e “c” no período jan/fev/mar não são as mesmas que constituíram os grupos equivalentes no período abr/mai/jun.

Comparando os dois períodos entre si, notamos que apenas a cultivar Caliman 01 apresentou PTFC equivalentes em jan/fev/mar e abr/mai/jun, não diferindo entre si em nível de 5%, pelo teste Scott & Knott. As demais cultivares apresentaram maior PTFC no período abr/mai/jun, exceto a cultivar Brilhoso, que foi maior no período jan/fev/mar.

No Quadro 6 são apresentados os dados da PTFC da colheita do período Jan/Fev/Mar, do ano de 2010, com as comparações das médias entre as cultivares, e os dados dos micronutrientes, das amostras de **pecíolos** coletados em 01/03/2010, também com as comparações das médias entre as cultivares.

Visando estabelecer uma relação entre estado nutricional das plantas (B, Cu, Fe, Mn e Zn), aferidos em pecíolos foliares, e a produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC), para o trimestre jan/fev/mar, as cultivares foram agrupadas em ordem decrescente de produtividade (médias comparadas entre as cultivares), estabelecendo-se o índice 100% para a mais produtiva e calculando os percentuais das demais cultivares com base na mais produtiva, que no período foi a Caliman 01 (Quadro 6). Alinhadas com a PTFC das cultivares, foram lançadas as respectivas médias de seus teores de micronutrientes nos pecíolos foliares, que também foram comparados entre as cultivares.

A produtividade de frutos comerciais variou bastante no período de colheita jan/fev/mar (Quadro 6), com as cultivares sendo estratificadas em três grupos (a, b, c). Destaque para a cultivar Caliman 01, única representante do grupo “a”, com 17,25 t ha^{-1}. Na segunda posição, duas cultivares se posicionaram no grupo “b”, sendo a cultivar Brilhoso (9,29 t ha^{-1}) e Caliman M-5 (9,0 t ha^{-1}) as representantes deste grupo, não tendo diferido significativamente entre si.

A cultivar Regina, que na época da condução desta pesquisa era a mais cultivada pelos produtores do município de Iranduba/AM, se posicionou no terceiro e último grupo, com a produção de apenas 2,61 t ha^{-1}, seguida das cultivares Plus Seed, Golden e BSA, que ficaram na última posição, não tendo estas quatro cultivares diferido significativamente entre si.

Cultivares de Mamoeiro	PTFC Jan/Fev/Mar		Pecíolo Foliar Data de coleta: 01/03/2010				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
	t ha^{-1}	%	mg kg^{-1}				
Caliman 01	17,25 a	**100**	23,45 a	5,47 a	32,44 b	12,68 a	24,88 b
Brilhoso	9,29 b	53,86	26,38 a	5,02 a	45,80 b	14,51 a	21,88 b
Caliman M-5	9,00 b	51,42	22,78 a	5,39 a	142,01 a	13,63 a	23,77 b
Sunrise Solo P. K.	6,93 c	40,17	23,17 a	5,64 a	32,29 b	17,74 a	31,32 a
Isla	6,66 c	38,60	21,49 a	5,31 a	36,16 b	14,09 a	30,96 a
Solo BS	6,10 c	35,36	27,14 a	5,09 a	24,08 b	15,86 a	29,68 a
THBGG	5,00 c	28,99	26,38 a	5,30 a	49,13 b	19,06 a	19,86 b
Sunrise Solo	4,61 c	26,72	23,15 a	5,64 a	32,29 b	17,74 a	31,32 a
Diva	3,90 c	22,60	23,06 a	5,27 a	34,24 b	11,17 a	22,68 b
Taiwan	3,89 c	22,55	22,55 a	5,26 a	35,95 b	17,25 a	24,49 b
Gran Golden	3,10 c	17,97	23,92 a	5,12 a	31,20 b	11,93 a	20,84 b
Regina	2,61 c	15,13	13,14 a	4,84 a	42,85 b	12,15 a	20,37 b
Plus Seed	2,23 c	12,92	28,39 a	4,89 a	34,93 b	15,92 a	26,62 a
Golden	1,32 c	7,65	28,83 a	4,48 a	45,35 b	10,69 a	22,11 b
BSA	0,89 c	**5,16**	27,55 a	5,48 a	46,18 b	15,16 a	25,78 b

*: NMS: 0,05. Média harmônica do número de repetições (r): 4

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente entre sí em nível de 5%.

Quadro 6. Dados médios estimados de produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC) de cultivares de mamoeiro (t ha^{-1}), com respectivos percentuais em relação ao maior (100%), colhidos no período jan/fev/mar de 2010, e de teores dos nutrientes (mg kg-1) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), aferidos em **pecíolos foliares** de quinze cultivares de mamoeiro, coletados em 01/03/2010, com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974) a 5%*****, para as fontes de variação "cultivar", "parte da folha amostrada" e, "cultivar x parte da folha amostrada" para nutrientes e, "cultivar", "período de colheita", "cultivar x período de colheita" para produtividade

Observa-se também no Quadro 6 que, na época de coleta 01/03/2010, os pecíolos foliares mostraram grande homogeneidade dos teores de B, Cu e Mn, com as quinze cultivares não diferindo significativamente entre sí com relação aos terores destes nutrientes. Já para o nutriente Fe, a cultivar Caliman M 5 se destacou com o maior teor (142,01 mg kg-1), ao passo que todas as demais cultivares de posicionaram no grupo 2, não diferindo entre sí dentro deste grupo. Para o nutriente Zn, cinco cultivares apresentaram teores superiores (Sunrise Solo P. K., Isla, Solo BS, Sunrise Solo e, Plus Seed), não tendo diferido entre sí, enquanto as demais se posicionaram no grupo 2, também não diferindo entre elas.

Neste mesmo experimento, com coletas realizadas em 01/03/2010, Santos & Silva (2021) constataram que houve grande homogeneidade dos teores de N, P, Ca e Mg nos

pecíolos, para as quinze cultivares, todas se enquadrando no grupo “a”, representando os maiores teores. Observaram também que a maioria das cultivares revelaram os maiores teores de K nos pecíolos (grupo a), porém, destacaram que quatro entre as cinco cultivares mais produtivas apresentaram teores que as enquadraram no grupo “b”. Verificaram ainda que, para o nutriente enxofre, apenas seis cultivares haviam se posicionado no grupo “a”, e que as duas cultivares mais produtivas (Caliman 01 e Brilhoso), haviam se posicionado no grupo “b”.

No Quadro 7 são apresentados os dados da PTFC da colheita do período Jan/Fev/Mar, do ano de 2010, com as comparações das médias entre as cultivares, e os dados dos micronutrientes, das amostras de **limbos** coletados em 01/03/2010, também com as comparações das médias entre as cultivares.

Buscando estabelecer uma relação entre o estado nutricional das plantas em micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), aferidos em limbos foliares, e a produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC), para o trimestre jan/fev/mar, as cultivares foram agrupadas em ordem decrescente de produtividade (médias comparadas entre as cultivares), estabelecendo-se o índice 100% para a mais produtiva e calculando os percentuais das demais cultivares com base na mais produtiva, que no período foi a Caliman 01 (Quadro 7). Alinhadas com essas cultivares, foram também lançadas as respectivas médias de seus teores de micronutrientes nos limbos foliares coletados na época 01/03/2010, que também foram comparados entre as cultivares.

As considerações sobre a produtividade apresentadas no Quadro 6, são válidas também para o Quadro 7.

Na época de coleta 01/03/2010 (Quadro 7), os limbos foliares revelaram grande homogeneidade dos teores de B, Fe e Mn, com todas as cultivares apresentando os maiores teores destes nutrientes e não diferindo entre sí. Já para os nutrientes Cu e Zn, houve divisão das cultivares em dois grupos distintos, com duas faixas de teores destes respectivos nutrientes.

Neste mesmo experimento, com coletas realizadas em 01/03/2010, Santos & Silva (2021) constataram os seguintes comportamentos para os macronutrientes: a) os limbos foliares revelaram grande homogeneidade dos teores de K, Ca e Mg, para as quinze cultivares, todas colocadas no grupo “a”, não tendo estas diferido entre si para nenhum destes três macronutrientes; b) apenas o Ca e o Mg evidenciaram comportamentos semelhantes entre as duas partes da folha analisadas (pecíolos e limbos); c) o K apresentou também uma tendência, para a maioria das cultivares, de ter homogeneidade dos teores, tanto em pecíolos como em limbos; d) com relação ao N nos limbos, apenas seis cultivares se enquadraram no grupo “a”. Entretanto, cinco entre as seis primeiras colocadas em produtividade exibiram teores de N nos limbos que as classificaram no grupo “b”, indicando que nem sempre as plantas que evidenciam os maiores teores de N nos limbos correspondem às mais produtivas, dependendo essa correlação da cultivar considerada; e)

para o P, apesar da segunda e terceira colocadas em produtividade terem se enquadrado no grupo “a”, a primeira, a quarta e a quinta colocadas em produtividade se posicionaram no grupo “b” dos teores de P, o que reforça as evidências de que a correlação positiva entre teores de nutrientes e produtividade depende de uma série de fatores, com destaques para o genótipo da planta, o nutriente em questão, dentre outros fatores concorrentes, que poderão interagir no sistema; f) Analisando o S nos limbos, os autores notaram também uma grande uniformidade entre as cultivares, porém, com a maioria delas se enquadrando no grupo “b”. Apenas as cultivares colocadas na sexta, décima terceira e décima quinta posições de produtividade se enquadraram no grupo “a” do S no limbo. Esses resultados reforçam ainda mais que nem sempre os maiores teores do nutriente correspondem às maiores produtividades de frutos comerciais, dependendo de outros fatores, com destaque para o genótipo da planta.

Cultivares de Mamoeiro	PTFC Jan/Fev/Mar		Limbo Foliar Data de coleta: 01/03/2010				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
	t ha^{-1}	%	mg kg^{-1}				
Caliman 01	17,25 a	100	29,36 a	7,51 a	106,36 a	35,39 a	38,07 b
Brilhoso	9,29 b	53,86	35,64 a	7,89 a	118,78 a	34,05 a	45,33 a
Caliman M-5	9,00 b	51,42	48,32 a	8,09 a	104,26 a	33,01 a	41,54 b
Sunrise Solo P. K.	6,93 c	40,17	40,06 a	5,94 b	87,19 a	33,20 a	36,84 b
Isla	6,66 c	38,60	34,45 a	6,71 b	92,83 a	30,61 a	38,15 b
Solo BS	6,10 c	35,36	42,04 a	6,33 b	103,74 a	32,86 a	37,36 b
THBGG	5,00 c	28,99	35,70 a	7,41 a	107,30 a	34,12 a	40,20 b
Sunrise Solo	4,61 c	26,72	33,69 a	5,94 b	87,19 a	33,20 a	36,84 b
Diva	3,90 c	22,60	26,29 a	5,74 b	94,16 a	24,75 a	34,70 b
Taiwan	3,89 c	22,55	45,76 a	6,17 b	104,95 a	33,36 a	37,78 b
Gran Golden	3,10 c	17,97	42,04 a	7,77 a	92,17 a	29,16 a	39,84 b
Regina	2,61 c	15,13	33,34 a	6,66 b	121,52 a	30,78 a	37,01 b
Plus Seed	2,23 c	12,92	30,16 a	7,75 a	117,39 a	33,37 a	47,21 a
Golden	1,32 c	7,65	36,32 a	7,85 a	102,08 a	27,82 a	43,96 a
BSA	0,89 c	**5,16**	36,54 a	7,02 a	116,63 a	34,91 a	49,03 a

*: NMS: 0,05. Média harmônica do número de repetições (r): 4

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente entre sí em nível de 5%.

Quadro 7. Dados médios estimados de produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC) de cultivares de mamoeiro (t ha^{-1}), com respectivos percentuais em relação ao maior (100%), colhidos no período jan/fev/mar de 2010, e de teores dos nutrientes (mg kg^{-1}) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e, Zinco (Zn), aferidos em **limbos foliares** de quinze cultivares de mamoeiros, coletados em 01/03/2010, com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974) a 5%*, para as fontes de variação “cultivar”, “parte da folha amostrada” e, “cultivar x parte da folha amostrada” para nutrientes e, “cultivar”, “período de colheita”, “cultivar x período de colheita” para produtividade.

No Quadro 8 são apresentados os dados da PTFC da colheita do período Abr/Mai/Jun, do ano de 2010, com as comparações das médias entre as cultivares, e os dados dos micronutrientes, das amostras de **pecíolos** coletados em 25/05/2010, também com as comparações das médias entre as cultivares.

Cultivares de Mamoeiro	PTFC Abr/Mai/Jun		Pecíolo Foliar Data de coleta: 25/05/2010				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
	t ha^{-1}	%	mg kg^{-1}				
Caliman 01	19,51 a	**100**	17,94 a	5,16 a	79,17 b	7,15 a	21,28 b
Sunrise Solo P. K.	17,28 a	88,57	15,65 a	5,43 a	58,21 b	8,82 a	35,67 a
Caliman M-5	16,76 a	85,90	20,45 a	5,56 a	113,56 b	11,67 a	27,65 b
Taiwan	16,02 a	82,11	20,81 a	5,61 a	56,88 b	11,88 a	24,61 b
Regina	15,62 a	80,06	25,59 a	5,64 a	43,23 b	9,65 a	23,31 b
Solo BS	14,24 a	72,99	14,50 a	6,03 a	35,52 b	6,58 a	32,87 a
Sunrise Solo	13,69 a	70,17	13,85 a	5,78 a	47,83 b	9,17 a	22,99 b
THBGG	13,65 a	69,96	21,53 a	5,98 a	69,04 b	12,33 a	26,59 b
Gran Golden	13,44 a	68,89	18,29 a	5,14 a	75,31 b	9,66 a	25,92 b
Isla	12,66 a	64,89	16,29 a	5,75 a	186,63 a	9,47 a	32,53 a
Diva	10,89 b	55,82	16,72 a	5,92 a	55,74 b	6,24 a	25,59 b
Golden	10,13 b	51,92	23,28 a	5,92 a	65,76 b	10,15 a	28,97 a
Plus Seed	9,81 b	50,28	20,13 a	5,70 a	90,11 b	10,19 a	24,02 b
BSA	9,78 b	50,13	21,07 a	6,26 a	61,66 b	11,83 a	31,61 a
Brilhoso	2,84 c	**14,56**	20,08 a	5,65 a	62,13 b	7,95 a	22,42 b

*: NMS: 0,05. Média harmônica do número de repetições (r): 4

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente entre sí em nível de 5%.

Quadro 8. Dados médios estimados de produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC) de cultivares de mamoeiro (t ha^{-1}), com respectivos percentuais em relação ao maior (100%), colhidos no período abr/mai/jun de 2010, e de teores dos nutrientes (mg kg^{-1}) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e, Zinco (Zn), aferidos em **pecíolos foliares** de quinze cultivares de mamoeiro, coletados em 25/05/2010, com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974) a 5%*, para as fontes de variação “cultivar”, “parte da folha amostrada” e, “cultivar x parte da folha amostrada” para nutrientes e, “cultivar”, “período de colheita”, “cultivar x período de colheita” para produtividade.

Para confrontar o estado nutricional das plantas em micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), aferidos em pecíolos foliares, com a produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC), no trimestre Abr/Mai/Jun, as cultivares foram agrupadas em ordem decrescente de produtividade, estabelecendo-se o índice 100% para a mais produtiva e calculando os percentuais das demais cultivares com base na mais produtiva que, também nesse novo período avaliado, foi a Caliman 01 (Quadro 8). As respectivas médias dos teores de micronutrientes nos pecíolos foliares, coletados na época 25/05/2010, foram lançadas no

mesmo Quadro.

No Quadro 8, nota-se que no período de colheita abr/mai/jun houve uma maior homogeneidade de produtividade de frutos comerciais entre as dez primeiras colocadas, que se posicionaram todas no grupo “a”. Apenas quatro cultivares se posicionaram no grupo “b” e uma cultivar no grupo “c”. Portanto, as cultivares se comportaram de forma bem diferente entre os dois períodos avaliados, apesar de a cultivar Caliman 01 ter sido a mais produtiva nos dois períodos (Quadros 5 e 8).

Nota-se também que nesse segundo período avaliado (abr/mai/jun), a cultivar Regina, que era a mais popular dos produtores de Iranduba, recuperou posição, tendo se posicionado, em termos absolutos, em quinto lugar de produtividade, com 15,62 t ha^{-1}, equivalendo à 80,06% da produtividade da primeira colocada, a Caliman 01 (19,51 t ha^{-1}) (Quadros 5 e 8).

Na época de coleta 25/05/2010 (Quadro 8), observa-se que os teores dos micronutrientes B, Cu e Mn nos pecíolos revelaram comportamento semelhante aos obsevados no período de coleta das amostras em 01/03/2010, também em pecíolos, ou seja, em 25/05/2010 houve também grande homogeneidade entre as cultivares dos teores destes três micronutrientes, com as quinze cultivares tendo se enquadrado no mesmo grupo (a), não diferindo entre sí para cada um desses três nutrientes. Já para o nutriente Fe, apenas a cultivar Isla se enquadrou no grupo “a”, com todas as demais se posicionando no grupo “b”, não diferindo entre sí essas outras quatorze cultivares. No período anteriormente considerado (01/03/2010), a única cultivar que se posicionou no grupo “a” para o nutriente Fe foi a Caliman M 5. Para o nutriente Zn, à exemplo do período anterior (01/03/2010), um quinto das cultivares se enquadraram no grupo “a”, com as outras dez cultivares se posicionando no grupo “b”. Entretanto, das cinco cultivares que enquadraram no grupo “a”, apenas três são as mesmas, sendo elas a Sunrise Solo P. K., a Isla e a Solo B S.

Neste mesmo experimento, com coletas realizadas em pecíolos na data 25/05/2010, Santos & Silva (2021) constataram, para os macronutrientes, os seguintes comportamentos: a) houve grande homogeneidade dos teores de N, P e S entre as quinze cultivares, todas tendo se enquadrado no grupo “a”; b) para o K, a cultivar mais produtiva, a Caliman 01, exibiu o mais baixo teor, sugerindo não haver correlação positiva entre este nutriente no pecíolo e a produtividade, conforme constatado também em pecíolos coletados na época 01/03/2010, para a primeira, a terceira, a quarta e a quinta cultivar melhor colocada em produtividade de frutos comerciais; c) com relação aos nutrientes Ca e Mg, a maioria das cultivares se posicionaram no grupo “b”, com apenas a terceira cultivar mais produtiva se posicionando no grupo “a” para Ca, e as cultivares da primeira, terceira, oitava, décima e décima quarta posição de produtividade classificadas no grupo “a” para Mg.

No Quadro 9 são apresentados os dados da PTFC da colheita do período Abr/Mai/Jun, do ano de 2010, com as comparações das médias entre as cultivares, e os dados dos micronutrientes, das amostras de **limbos** coletados em 25/05/2010, também com as

comparações das médias entre as cultivares.

Visando estabelecer uma relação entre estado nutricional das plantas (B, Cu, Fe, Mn,e Zn), aferidos em limbos foliares, e a produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC), para o trimestre Abr/Mai/Jun, as cultivares foram agrupadas em ordem decrescente de produtividade (Quadro 9). Foram também lançadas as respectivas médias dos teores de micronutrientes nos limbos foliares, coletados na época 25/05/2010.

As considerações para a produtividade que foram apresentadas no Quadro 8, são também válidas para o Quadro 9.

Notamos que as amostras de limbos coletadas em 25/05/2010 revelaram semelhanças consideráveis com aquelas coletadas em 01/03/2010, ou seja, verificou-se, em 25/05/2010, uma grande homogeneidade nos teores dos nutrientes B, Fe, Mn e Zn, com todas as quinze cultivares de posicionando no grupo “a”, ao passo que, nas coletas efetuadas em 01/03/2010, essa homogeneidade foi constatada para os nutrientes B, Fe e Mn. Por sua vez, o Cu no limbo também mostrou alguma semelhança nas duas épocas avaliadas, com as cultivares se distribuindo em dois grupos, sendo cinco das cultivares comuns ao grupo “a”, nas duas épocas avaliadas (Brilhoso, Caliman M 5, THBGG, Golden e, Plus Seed). Com relação ao Zn, em 25/05/2010 houve grande homogeneidade de seus teores entre as cultivares, com todas se enquadrando no grupo “a”, ao passo que nas coletas de 01/03/2010, as cultivares se estratificaram em dois grupos.

Cultivares de Mamoeiro	PTFC Abr/Mai/Jun		Limbo Foliar Data de coleta: 25/05/2010				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
	t ha^{-1}	%	mg kg^{-1}				
Caliman 01	19,51 a	**100**	43,12 a	7,11 b	84,42 a	22,89 a	33,82 a
Sunrise Solo P. K.	17,28 a	88,57	36,08 a	7,20 b	71,87 a	22,43 a	37,74 a
Caliman M-5	16,76 a	85,90	39,57 a	7,90 a	77,59 a	27,44 a	35,90 a
Taiwan	16,02 a	82,11	43,98 a	6,75 b	83,83 a	25,38 a	33,18 a
Regina	15,62 a	80,06	36,90 a	7,07 b	77,10 a	24,79 a	34,10 a
Solo BS	14,24 a	72,99	39,11 a	8,05 a	70,62 a	22,33 a	36,26 a
Sunrise Solo	13,69 a	70,17	36,40 a	7,07 b	69,79 a	21,62 a	37,33 a
THBGG	13,65 a	69,96	40,63 a	7,51 a	83,26 a	25,02 a	37,39 a
Gran Golden	13,44 a	68,89	38,89 a	6,80 b	82,01 a	24,90 a	35,97 a
Isla	12,66 a	64,89	40,10 a	7,07 b	82,08 a	25,81 a	39,06 a
Diva	10,89 b	55,82	42,83 a	6,63 b	79,33 a	23,71 a	35,82 a
Golden	10,13 b	51,92	34,59 a	7,58 a	85,79 a	23,80 a	35,48 a

Plus Seed	9,81 b	50,28	44,22 a	8,08 a	80,07 a	27,73 a	35,31 a
BSA	9,78 b	50,13	37,46 a	6,97 b	80,14 a	24,55 a	38,59 a
Brilhoso	2,84 c	**14,56**	44,59 a	8,33 a	93,12 a	21,20 a	38,98 a

*: NMS: 0,05. Média harmônica do número de repetições (r): 4

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente entre sí em nível de 5%.

Quadro 9. Dados médios estimados de produtividade trimestral de frutos comerciais (PTFC) de cultivares de mamoeiro (t ha^{-1}), com respectivos percentuais em relação ao maior (100%), colhidos no período abr/mai/jun de 2010, e de teores dos nutrientes (mg kg-1) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e, Zinco (Zn), aferidos em **limbos foliares** de quinze cultivares de mamoeiros, coletados em 25/05/2010, com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974) a 5%*, para as fontes de variação "cultivar", "parte da folha amostrada" e, "cultivar x parte da folha amostrada" para nutrientes e, "cultivar", "período de colheita", "cultivar x período de colheita" para produtividade

Neste mesmo experimento, com coletas realizadas em limbos na data 25/05/2010, Santos & Silva (2021) constataram os seguintes comportamentos: a) grande homogeneidade nos teores de N, P, K, Mg e S em limbos foliares, com todas as cultivares se posicionando no grupo "a", exceto os casos: cultivar Taiwan que se enquadrou no grupo "b" para N; cultivares Caliman 01, Solo B S, THBGG e Regina, que se enquadraram no grupo "b" para S; b) Com relação aos teores de Ca nos limbos, houve também grande homogeneidade entre as cultivares, com a maioria delas se posicionando no grupo "b", exceção feita às cultivares Caliman 01, Isla e Sunrise Solo, classificadas no grupo "a".

4 I CONCLUSÕES

A produtividade de frutos comerciais é afetada pela cultivar, pelo período de colheita e pela interação entre estes dois fatores.

A cultivar Caliman 01 se destacou entre as quinze cultivares testadas, no primeiro e no segundo trimestre, apresentando as maiores produtividades de frutos comerciais.

A cultivar Regina, selecionada empiricamente pelos produtores de Iranduba, apresentou uma baixa produtividade de frutos comerciais no primeiro trimestre, tendo se recuperado da décima segunda posição para a quinta posição, no segundo trimestre.

Os teores de B, Cu e Mn em pecíolos foliares apresentaram grande homogeneidade entre as cultivares, nas duas épocas avaliadas.

Para o nutriente Fe em pecíolos, a cultivar Caliman M 5 revelou o maior teor na coleta de 01/03/2010, ao passo que a cultivar Isla foi a primeira colocada na coleta de 25/05/2010.

Para o teor de Zn em pecíolos, nas duas épocas avaliadas houve estratificação das cultivares em dois grupos, com as cultivares Sunrise Solo P. K., Isla e Solo B S se posicionando no grupo de teores mais elevados, nas duas épocas avaliadas.

Os teores dos micronutrientes B, Fe e Mn em limbos foliares apresentaram grande

homogeneidade, nas duas épocas avaliadas, com as cultivares não diferindo entre sí.

Na coleta de amostras de limbos de 01/03/2010, os teores de Cu e Zn classificaram as cultivares em dois grupos.

Na coleta de amostras de limbos de 25/05/2010, o teor de Cu também gerou dois grupos, ao passo que o Zn foi uniforme para todas as cultivares.

Para as avaliações do estado nutricional do mamoeiro em micronutrientes, podem ser utilizados tanto pecíolos como limbos foliares, com uma ligeira vantagem para os pecíolos que, aparentemente, são mais estáveis.

REFERÊNCIAS

ANTONIO, I. C. **Boletim agrometeorológico 1998**: Estação Agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM 010. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 28 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 42).

COSTA, A. N. da. Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) no mamoeiro. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 49-55

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed., Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARTINS, D. dos S., COSTA, A. de F. S. da. (Eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003. 497 p.

NORONHA, A. C. S., SANTOS FILHO, H. P., SANCHES, N., LOPES, F. F., OLIVEIRA, A. M. G., SANTOS, M. J. Procedimentos para o monitoramento de pragas em mamoeiro no extremo Sul do Estado da Bahia. In: MARTINS, D. dos S. (org.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória: Incaper, 2005. p. 458-460.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. R. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** (5ª ed.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.

SANTOS, L. P.; SILVA, E. de B. Teores de macronutrientes em limbos e pecíolos e produtividade de frutos comerciais de cultivares de mamoeiro. In: Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. (org.). Inovação e tecnologia nas ciências agrárias. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021. p. 182-198. ISBN 978-65-5983-724-3 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.243211612

SCOTT, A. J., KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, v.30, n.3, p.507-12, 1974.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W.G. **Manual de métodos de análise de solo** (3ª ed.). Brasília: Embrapa, 2017.

CAPÍTULO 3

VOLÁTEIS DE FRUTOS, MOSTOS E VINHOS DA JABUTICABEIRA

Data de aceite: 03/10/2022
Data de submissão: 05/08/2022

Suzana da Costa Santos
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
http://lattes.cnpq.br/7811945085200334

Érica Resende de Oliveira
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
http://lattes.cnpq.br/8823435131111896

Pedro Henrique Ferri
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
http://lattes.cnpq.br/2129799749473005

RESUMO: Os compostos voláteis de frutos, mostos e vinhos de jabuticaba foram analisados por meio de cromatografia gasosa com detecção por espectrometria de massas (CG/EM). Vinte e oito compostos (98,62%) foram identificados nos frutos em três estádios de amadurecimento, sendo os sequisterpenos *g*-eudesmol e *α*-eudesmol os majoritários. Ésteres e álcoois, principalmente o 2-feniletanol, foram produzidos durante a fermentação. Os vinhos de diversas safras apresentaram tanto compostos formados na fermentação, os quais contribuíram com aromas de frutas e flores, quanto terpenoides oriundos dos frutos, principalmente (*E*)-cariofileno e germacreno D, que trouxeram para a bebida o caráter exótico da jabuticaba. Todos os compostos voláteis responsáveis pelo aroma apresentaram características odoríficas que impactam positivamente nas propriedades sensoriais dos vinhos de jabuticaba.
PALAVRAS-CHAVE: *Myrciaria cauliflora*; *Plinia cauliflora*; jabuticaba, óleos essenciais, terpenos.

VOLATILES FROM JABUTICABEIRA FRUITS, MUSTS AND WINES

ABSTRACT: Volatile compounds of jabuticaba fruits, musts and wines were analyzed by means of gas chromatography with mass spectrometry detection (GC/MS). Twenty-eight compounds (98.6%) were identified in the fruits at three stages of ripening, with the sequisterpenes *g*-eudesmol and *α*-eudesmol being the major ones. Esters and alcohols, mainly 2-phenylethanol, were produced during fermentation. The wines of different vintages presented compounds formed in the fermentation, which contributed with fruit and flower aromas, as well as terpenoids from the fruits, mainly (*E*)-caryophyllene and germacrene D, which brought the exotic character of jabuticaba to the beverage. All volatile compounds responsible for the aroma showed odor characteristics that positively impact the sensory properties of jabuticaba wines.
KEYWORDS: *Myrciaria cauliflora*; *Plinia cauliflora*; jabuticaba, essential oils, terpenes.

1 | INTRODUÇÃO

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg, Myrtaceae) é planta nativa brasileira, ocorre naturalmente na mata Atlântica (FREITAS *et al*., 2020) e seus frutos podem ser consumidos ao natural ou na forma de sucos, sorvetes, geléias, licores e vinhos (MACEDO *et al*., 2021).

Apesar do seu potencial econômico a jabuticaba é um fruto altamente perecível, apresentado um curto período de aproveitamento após a colheita (BRUNINI *et al*., 2004), por isso que a produção de vinhos, suco, aguardente e licor a partir da jabuticaba além de diminuir as perdas também agrega valor ao fruto. Entretanto, na produção dos vinhos faz-se necessário seguir altos padrões de qualidade para atingir um público maior e mais exigente no mercado interno e externo. Para alcançar estes altos padrões é necessário adequar a produção para que as características físico-químicas do produto estejam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1997; 1998).

Além de cumprir os requisitos mínimos de qualidade, o vinho precisa cativar o consumidor através da sua aparência, sabor e aroma, fatores estes que dependem de um equilíbrio delicado entre os seus componentes químicos. Estes componentes são constituídos principalmente pelos compostos voláteis, polifenóis, ácidos orgânicos e açúcares. Cada fruto fornece um sabor e aroma característico para o vinho ou fermentado e este aroma pode ser descrito como: floral, frutado, doce, verde, tostado, mentolado, entre outros. Estas denominações são consequência de sensações produzidas no momento da degustação da bebida e para que estas sensações sejam agradáveis é necessário um equilíbrio do conjunto qualitativo e quantitativo da mesma.

Para a obtenção de um produto com alta qualidade faz-se necessário um controle minucioso da matéria prima e do produto acabado, sendo imprescindível uma avaliação dos compostos fenólicos, voláteis e dos ácidos orgânicos do fruto, do mosto em suas diversas etapas e do vinho. Ou seja, um acompanhamento de todas as etapas do processo de vinificação, do fruto ao vinho. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de compostos voláteis do fruto, mosto e vinhos da jabuticaba, criando assim parâmetros de comparação para a melhoria da qualidade dos vinhos produzidos.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Amostras de Jabuticabas, Mostos e Vinhos

As amostras de jabuticaba, mostos e vinhos foram fornecidos pela Vinícola Jabuticabal, localizada no município de Hidrolândia, Goiás. Amostras de frutos foram coletadas de um único pomar e em três níveis diferentes de amadurecimento. O mosto foi preparado com 370 kg de frutos maduros. Os frutos foram espremidos e colocados em uma tina de aço inox com capacidade para 200 litros; adicionados 60 g de metabissulfito

de potássio, leveduras selvagens (pé de cuba), previamente obtidas a partir das cascas de jabuticabas, e sacarose até 22 °Brix. Durante os primeiros quatro dias (96 h) as cascas e as sementes estiveram em contanto com o mosto (fase de maceração). Após este tempo o mosto foi separado dos sólidos, sendo bombeado para um barril de aço inox com capacidade para 3000 litros. Este barril foi completado com mosto de diversas tinas (todas com frutos advindos do mesmo pomar) e a fermentação se prolongou por mais 20 dias. Três amostras de mosto foram coletadas diariamente durante quatorze dias e armazenadas em freezer (-18°C) até as análises. As amostras descongeladas foram centrifugadas por 10 min a 2000 rpm, decantadas e analisadas. Amostras de vinho tinto seco (Javine) das safras de 2001 a 2010 foram obtidas diretamente das garrafas armazenadas na vinícola.

2.2 Extração dos Compostos Voláteis dos Frutos, Mostos e Vinhos

Os frutos frescos e lavados (0,3 kg) foram reduzidos a pequenos pedaços e submetidos à hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger, modificado, durante 2 h. O óleo essencial foi seco com Na_2SO_4 anidro e armazenado em freezer (-18°C). Para as amostras de vinho ou mosto (10,0 mL), adicionou-se 5,0 g de $(NH_4)_2SO_4$, solubilizando-se o sal em vórtex seguido de extração com hexano (2,0 mL) por 3 min (GÓMEZ-MIGUÉZ *et al*., 2007). A fase orgânica foi separada, concentrada sob N_2 e armazenada em freezer (-18°C).

2.3 Análise Química dos Compostos Voláteis

O óleo essencial do fruto e os extratos hexânicos dos vinhos e mostos foram submetidos à análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) em um equipamento QP5050A (Shimadzu), utilizando-se uma coluna capilar de sílica fundida CBP-5 (30 m ´ 0,25 mm ´ 0,25 μm; filme de 5% de fenilmetilpolisiloxano) (Shimadzu), mantendo-se um fluxo de 1 ml/min de Hélio como gás de arraste, e aquecimento com temperatura programada (60 até 246°C com um gradiente de 3°C/min e, em seguida, até 270°C com um gradiente de 10°C/min). A energia ionização foi de 70 eV, sendo o volume de injeção da amostra de 0,4ml diluído em CH_2Cl_2 (20%). A análise qualitativa foi conduzida no modo varredura, com um intervalo de massas de 41-440 Da, em uma razão de split de 1:50 e a uma velocidade de 1 varredura/s. As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas em 220°C e 240°C, respectivamente. A análise quantitativa foi obtida pela integração do Cromatograma Total de Íons (TIC).

A identificação dos componentes foi realizada por comparação dos espectros de massas com os da biblioteca digital NIST/EPA/NIH (1988), além da comparação dos espectros de massas e dos índices de retenção calculados com os da literatura (ADAMS, 2007). Os índices de retenção foram calculados através da co-injeção com uma mistura de hidrocarbonetos lineares, C_8-C_{32} (Sigma, USA), e com aplicação da equação de Van den Dool e Kratz (1963).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos Compostos Voláteis dos Frutos

Os compostos voláteis foram analisados em três estádios de maturação: verdes (16º DAA), de vez (23º DAA) e maduros (30º DAA). No total, 28 compostos foram identificados (Tabela 1), constituindo uma média de 98,6% dos componentes voláteis. Sesquiterpenos foram os principais constituintes do óleo nos três estádios de maturação (média 86,2%), sendo *g*-eudesmol e *α*-eudesmol os constituintes majoritários, em concordância com estudo anterior (DUARTE *et al.*, 2012). Dentre os monoterpenos, limoneno e (*E*)-*β*-ocimeno foram os majoritários nos três estádios (Tabela 1 e Figura 1).

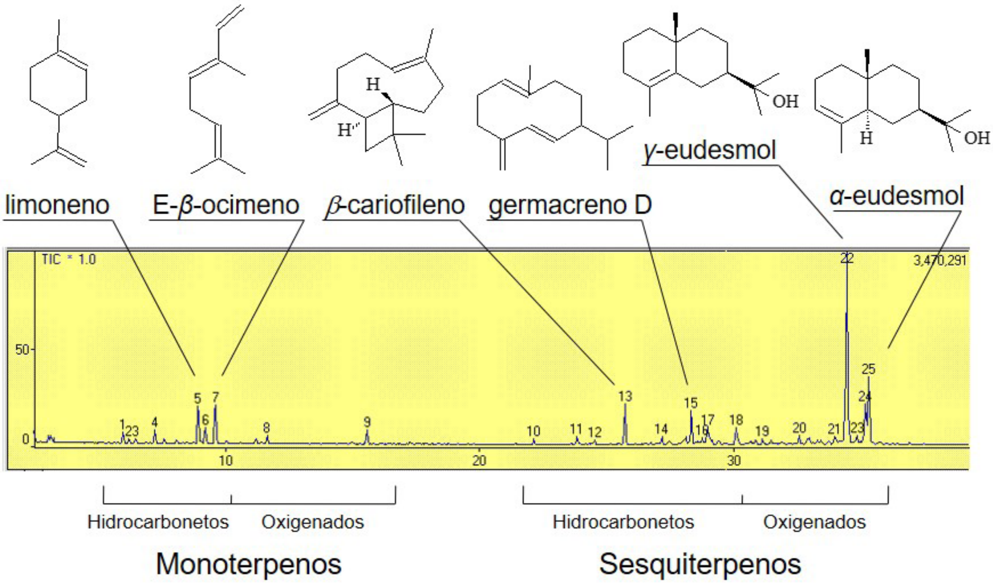


Figura 1. Perfil cromatográfico dos constituintes voláteis dos frutos de jabuticaba.

Considerando os dois grupos de constituintes, observou-se que não ocorreram diferenças significativas durante a maturação dos frutos. Os sesquiterpenos apresentaram uma discreta redução ao longo do amadurecimento, enquanto houve um pequeno aumento na concentração dos monoterpenos. Um comportamento oposto ocorreu com a cagaita (*Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., Myrtaceae), e com a manga "Kensington Pride" (DUARTE *et al.*, 2008; LALEL *et al.*, 2003), com sesquiterpenos produzidos principalmente nos frutos maduros.

	Constituinte	TR	V	DV	M
1	*α*-pineno	5,989	0,01	0,78	1,06
2	*β*-pineno	7,200	0,01	0,80	1,43
3	*β*-mirceno	7,559	0,48	0,01	0,01
4	limoneno	8,917	3,49	4,04	4,42
5	(*Z*)-*β*-ocimeno	9,179	1,64	1,74	2,20
6	(*E*)-*β*-ocimeno	9,576	2,12	2,88	4,56
7	linalool	11,607	0,01	0,01	0,94
8	*α*-terpineol	15,515	0,72	1,81	2,25
9	*δ*-elemeno	22,077	0,01	0,73	0,74
10	*α*-copaeno	23,781	0,94	1,14	1,22
11	(*E*)-cariofileno	25,675	4,91	5,61	6,65
12	*α*-humuleno	27,120	0,76	0,80	1,18
13	amorfa-4,7(11)-dieno	28,109	1,12	1,31	0,01
14	germacreno D	28,295	7,75	6,04	6,00
15	*δ*-selineno	28,707	2,70	1,11	0,64
16	biciclogermacreno	28,923	4,11	4,04	4,18
17	*δ*-amorfeno	29,139	1,33	0,95	0,01
18	*δ*-cadineno	30,037	4,36	3,42	2,50
19	*α*-cadineno	30,675	0,72	0,81	0,01
20	elemol	31,067	0,01	0,01	0,87
21	globulol	32,529	0,93	0,93	1,50
22	N.I.	33,277	1,03	0,01	0,01
23	N.I.	33,450	0,58	0,01	0,01
24	10-*epi*-γ-eudesmol	33,927	2,77	2,18	0,59
25	*γ*-eudesmol	34,500	33,00	37,43	34,31
26	cubenol	34,828	3,02	0,88	0,77
27	*β*-eudesmol	35,152	6,62	5,81	7,28
28	*α*-eudesmol	35,306	13,74	13,22	13,12
	Total		98,89	98,51	98,47
	Grupos biossintéticos	**V**	**DV**	**M**	**Média**
	Monoterpenos	8,48	12,07	16,87	12,47
	Sesquiterpenos	90,41	86,44	81,60	86,15

TR – tempo de retenção (min), V – verde, DV – de vez, M – madura, N.I. – não identificado.

Tabela 1. Constituintes do óleo essencial da jabuticaba em três estádios de maturação.

A comparação entre os óleos dos frutos com os óleos das folhas (Tabela 1, DUARTE *et al*., 2010a), indicou que os constituintes majoritários são comuns aos dois órgãos. Por exemplo, os sesquiterpenos: *α*-, *β*-, e *γ*-eudesmol, germacreno D, biciclogermacreno e (*E*)-cariofileno ocorreram em maior quantidade nos dois tipos de óleos, enquanto que os

monoterpenos, tais como o limoneno, (*Z*)-*β*-ocimeno, (*E*)-*β*-ocimeno, linalool e *α*-terpineol, presentes nos óleos dos frutos, é que podem ser um diferencial entre os dois. Esta semelhança entre voláteis de folhas e frutos apresenta um grande potencial pois permite a possibilidade de utilização das folhas para obtenção de um aroma natural de jabuticaba, utilizado em perfumes, cosméticos e alimentos. Este fato agregaria valor econômico às folhas que atualmente não são aproveitadas.

3.2 Análise dos Compostos Voláteis do Mosto

Amostras de mosto colhidas durante a fermentação da safra de 2009 foram extraídas com hexano e analisadas através de cromatografia gasosa com detector de massas. A análise foi dividida em duas partes: os quatro primeiros dias (maceração/fermentação) e os dez dias seguintes de fermentação. Em relação aos compostos voláteis observou-se que desde as primeiras 24 h houve a formação de compostos característicos da fermentação, tais como o 2-hexanol, acetato de 3-metilbutila, 6-metil-2-heptanol, 2-feniletanol e octanoato de etila (Tabela 2 e Figura 2). Estes compostos já foram relatados em vinhos de jabuticaba (DUARTE *et al.*, 2010b).

	Constituintes	TR	Dias de Maceração/Fermentação			
			1	2	3	4
1	2-hexanol	3,195	1,32	1,60	1,80	0,83
2	acetato de 3-metilbutila	4,468	1,22	1,58	1,74	3,09
3	N.I.	5,606	0,82	2,11	6,76	0,77
4	*α*-pineno	5,926	2,09	1,17	8,78	1,66
5	N.I.	6,164	4,29	3,67	21,38	6,72
6	6-metil-2-heptanol	6,439	4,81	13,63	19,49	7,53
7	*β*-pineno	7,168	5,95	10,54	2,75	7,08
8	limoneno	8,876	7,70	1,83	4,70	18,95
9	2-feniletanol	12,117	3,71	24,50	6,82	7,17
10	octanoato de etila	15,742	1,69	10,56	17,15	1,97
11	N.I.	21,386	9,73	3,42	0,97	2,07
12	N.I.	21,849	2,04	2,45	0,97	1,30
13	δ-elemeno	22,031	17,36	1,13	4,44	0,73
14	*α*-copaeno	23,773	7,10	8,81	0,91	2,80
15	*β*-bourboneno	24,127	2,72	4,27	0,65	1,15
16	sibereno	24,349	7,35	1,86	0,65	1,91
17	(*E*)-cariofileno	25,624	1,91	2,18	0,00	6,34
18	*β*-copaeno	26,022	8,58	1,04	0,00	4,52
19	6,9-guaiadieno	26,633	2,36	0,82	0,00	3,61
20	*epi*-cedreno	26,867	0,54	0,46	0,00	2,02
21	α-humuleno	27,053	1,20	0,33	0,00	5,08
22	*allo*-aromadendrene	27,388	0,89	0,00	0,00	0,55
23	N.I.	27,835	1,52	0,00	0,00	1,77

24	N.I.	28,051	0,64	0,00	0,00	0,69
25	germacreno D	28,247	0,41	0,00	0,00	4,98
26	biciclogermacreno	28,899	0,98	0,00	0,00	1,23
27	*α*-muurolene	29,050	0,60	0,00	0,00	0,19
28	*d*-amorfeno	29,149	0,49	0,00	0,00	0,21
29	*d*-cadineno	29,988	0,00	0,00	0,00	0,63
30	N.I.	30,618	0,00	0,00	0,00	0,23
31	germacreno B	31,382	0,00	0,00	0,00	0,34
32	*γ*-eudesmol	34,357	0,00	0,00	0,00	0,24
33	N.I.	34,650	0,00	0,00	0,00	0,35
34	cubenol	34,783	0,00	0,00	0,00	0,32
35	*β*-eudesmol	35,065	0,00	0,00	0,00	0,63
36	*α*-eudesmol	35,217	0,00	0,00	0,00	0,32
			100,00	97,99	99,98	100,00

TR – tempo de retenção (min), N.I. – não identificado.

Tabela 2. Evolução dos constituintes voláteis do mosto durante a maceração/fermentação da jabuticaba

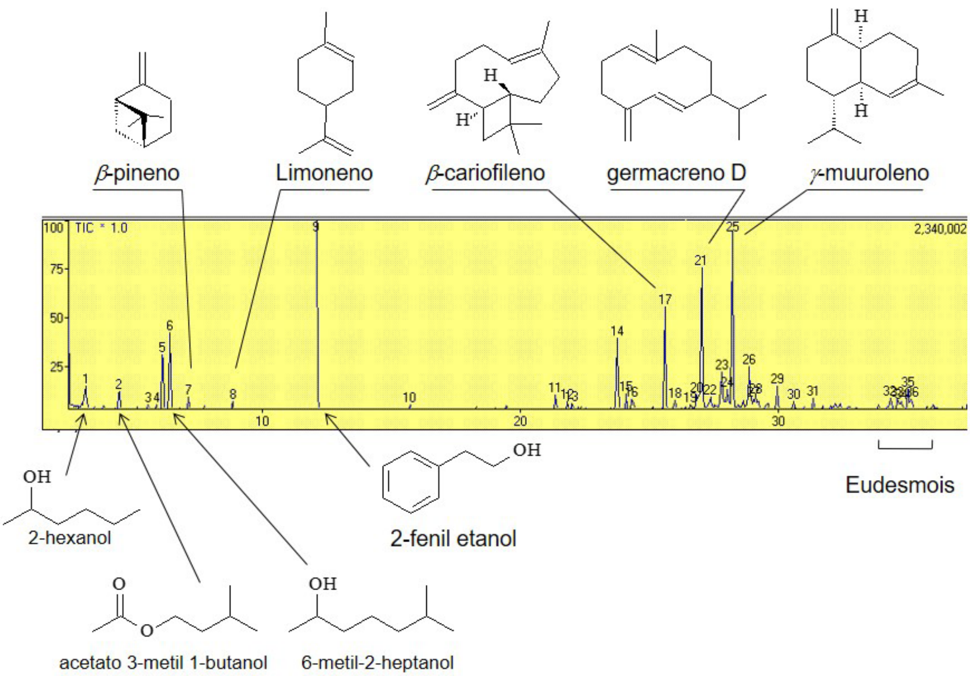


Figura 2. Perfil cromatográfico dos compostos voláteis dos mostos (4º dia de fermentação)

A partir do 5º dia de fermentação detectou-se novos compostos, tais como o butirato de etila, (1-metiletoxi)metiloxirano, *p*-cimeno, 5-metilundecano, n-hexadecano e epóxido de isoaromadendreno (Tabela 3). Destes, apenas o butirato de etila foi descrito para o vinho de jabuticaba (DUARTE *et al.*, 2010b).

O monoterpeno *p*-cimeno pode ter sido formado pela biotransformação do *α*-felandreno e o sesquiterpeno epóxido de isoaromadendreno como produto de oxidação do *allo*-aromadendreno via leveduras do mosto. Biotransformações de mono- e sesquiterpenos por meio de microorganismos são muito conhecidas (BASER & BUCHBAUER, 2010), como na conversão, via *Spodoptera litura*, do *α*-felandreno em ácido *p*-cimen-7-óico (NOMA e ASAKAWA, 2010) e na oxidação do *allo*-aromadendreno, pela *Glomerella cingulata*, gerando um triol (ASAKAWA & NOMA, 2010).

	Constituintes	TR	Dias de Fermentação									
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2-hexanol	3,141	0,43	1,04	1,05	0,58	0,63	0,86	1,78	0,35	1,25	0,46
2	butirato de etila	3,792	0,66	0,84	0,74	0,91	2,04	1,44	1,99	0,36	3,74	0,67
3	Acetato de 3-metilbutila	4,388	0,83	1,17	2,95	2,10	1,16	2,03	3,74	1,41	4,21	1,06
4	N.I.	5,509	1,43	0,56	3,06	2,17	1,40	1,13	6,65	1,34	11,00	1,78
5	*α*-pineno	5,829	2,89	1,07	1,99	2,17	5,31	1,26	5,97	1,74	6,69	2,38
6	(1-metiletóxi) metiloxirano	6,063	3,91	2,43	4,89	3,63	4,59	1,34	20,25	2,89	5,98	1,89
7	6-metil-2-heptanol	6,335	1,68	2,53	0,97	6,88	4,56	7,75	15,92	4,09	2,92	2,46
8	*β*-pineno	7,056	1,84	1,43	13,77	0,69	1,20	4,21	3,42	0,44	6,12	4,36
9	*p*-cimeno	8,583	6,61	0,82	1,55	0,91	13,86	0,41	2,95	5,76	11,3	0,96
10	limoneno	8,750	12,49	4,56	1,06	0,58	4,93	2,06	17,75	0,59	3,34	6,25
11	1,8-cineol	9,033	1,07	0,71	14,79	1,97	1,72	0,49	3,98	0,83	1,18	0,76
12	(*E*)-*β*-ocimeno	9,423	1,21	11,83	0,98	5,81	8,86	2,30	4,67	16,25	4,82	0,87
13	5-metilundecano	9,805	3,58	1,59	6,65	16,15	0,97	0,96	2,44	0,55	2,15	9,28
14	N.I.	11,449	6,52	2,40	3,15	2,21	13,71	1,05	2,76	2,46	3,00	1,69
15	2-feniletanol	11,976	2,58	5,58	1,71	1,50	6,01	10,37	2,10	1,58	2,97	1,41
16	N.I.	14,024	16,59	1,54	1,20	1,18	2,78	17,67	1,87	9,72	2,26	5,64
17	n-hexadecano	19,328	6,83	5,00	15,19	5,21	1,22	0,98	0,28	4,58	0,69	1,08
18	δ-elemeno	21,867	5,12	4,77	3,44	1,49	4,12	1,47	0,53	1,68	0,93	9,12
19	*α*-copaeno	23,574	1,46	1,14	0,83	1,06	0,84	3,05	0,94	1,35	1,26	3,83
20	*β*-bourboneno	23,957	5,41	1,71	0,79	5,95	1,01	1,73	0,00	6,00	2,79	9,86
21	N.I.	24,183	2,05	1,94	1,50	6,96	0,72	2,05	0,00	1,90	4,26	4,98
22	epóxido isoaromadendreno	24,257	1,84	6,67	7,96	4,75	7,73	1,82	0,00	0,86	3,61	4,64
23	(*E*)-cariofileno	25,455	1,82	9,09	1,55	0,86	4,36	5,10	0,00	3,31	3,63	1,74
24	*β*-copaeno	25,865	3,48	11,34	1,68	6,00	1,76	0,61	0,00	4,60	5,27	0,72
25	*α*-humuleno	26,902	1,66	2,91	1,20	4,29	0,30	1,18	0,00	3,72	4,07	2,17
26	*allo*-aromadendreno	27,212	0,40	0,97	0,97	1,19	0,41	3,44	0,00	3,52	0,33	0,77
27	*γ*-muuroleno	27,879	1,11	1,05	0,18	1,60	0,90	5,03	0,00	0,73	0,14	1,07
28	germacreno D	28,078	0,22	2,30	0,89	1,00	0,44	9,78	0,00	7,04	0,08	2,61
29	biciclogermacreno	28,723	2,02	1,90	0,43	0,61	0,41	2,36	0,00	6,88	0,00	3,40
30	*α*-muuroleno	28,869	0,33	1,36	0,31	2,40	1,00	0,69	0,00	2,68	0,00	2,46
31	N.I.	29,087	0,02	1,96	0,77	3,71	0,55	0,35	0,00	0,47	0,00	2,30
32	*γ*-cadineno	29,429	1,42	1,75	0,45	3,00	0,24	0,63	0,00	0,32	0,00	0,06
33	δ-cadineno	29,813	0,43	3,51	0,15	0,29	0,25	1,03	0,00	0,00	0,00	3,41

34	germacreno B	31,202	0,04	0,54	0,00	0,18	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,02
35	N.I.	32,033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,27
36	N.I.	32,230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,17
37	*γ*-eudesmol	34,175	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,41
38	*β*-eudesmol	34,882	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00	0,00	0,34
39	*α*-eudesmol	35,018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
			99,99	100,00	98,79	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	97,33

Tabela 3. Evolução dos constituintes voláteis do mosto durante a fermentação da jabuticaba.

A comparação dos constituintes do óleo essencial da jabuticaba e do mosto indicou que vários monoterpenos do fruto se mantiveram em concentrações detectáveis no mosto, tais como o *α*-pineno, *β*-pineno, limoneno, 1,8-cineol e (*E*)-*β*-ocimeno. O mesmo ocorreu para alguns sesquiterpenos, como δ-elemeno, *α*-copaeno, (*E*)-cariofileno, *α*-humuleno, germacreno D, biciclogermacreno, δ-cadineno, germacreno B, *γ*-eudesmol, cubenol, *β*-eudesmol, *α*-eudesmol (Tabelas 2 e 3). Entretanto, os compostos majoritários do fruto como *γ*- e *α*-eudesmol ocorreram em concentrações extremamente baixas no mosto, enquanto componentes que eram minoritários no fruto se destacam no mosto, como o *β*-pineno. Esta variação pode ser devida a pouca solubilização dos majoritários no meio aquoso do mosto. Alguns terpenoides identificados nos óleos das folhas (DUARTE *et al*., 2010a) foram detectados no mosto (Tabelas 2 e 3), indicando que eles estavam presentes também nos frutos. Como visto anteriormente, óleos essenciais de folhas e frutos da jabuticabeira possuem grande semelhança em suas composições químicas.

3.3 Análise dos Compostos Voláteis dos Vinhos

Amostras de vinhos engarrafados entre 2001 e 2010 foram extraídas com hexano e analisadas através de cromatografia gasosa com detecção por espectrômetro de massas. Entre os constituintes identificados, um importante álcool detectado em vinhos de todas as safras foi o 2-feniletanol (Tabela 4 e Figura 3), previamente detectado na concentração de 29,3 mg/L em vinhos de jabuticaba (DUARTE *et al*., 2010b). A presença deste composto é muito positiva para o aroma do vinho, pois ele contribui com nuances florais, especialmente de rosa, o qual se oxida com o tempo e contribuindo para um aroma semelhante a mel (GÓMEZ-MÍGUEZ *et al*., 2007).

	Constituintes	TR	Safras (Anos) de Vinhos Tintos (Janine)								
			2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	butanoato de etila	3,14	1,47	0,51	0,97	0,27	1,29	2,76	0,62	0,81	0,51
2	3-metilbutanoato de etila	4,91	0,81	0,49	0,97	3,54	1,42	1,87	0,26	1,02	1,35
3	N.I.	5,54	1,34	0,10	1,04	3,35	1,28	1,45	0,21	1,28	3,97
4	N.I.	6,11	0,83	0,15	0,67	0,73	0,66	0,39	2,15	1,00	3,07
5	6-metil-2-heptanol	6,39	0,27	0,22	0,17	1,04	1,14	3,70	2,63	0,96	1,24
6	*β*-pineno	7,08	0,31	0,22	0,32	0,65	0,31	4,20	0,97	0,83	0,46
7	hexanoato de etila	7,69	0,09	0,30	1,70	0,45	0,88	1,74	0,58	0,78	0,41
8	limoneno	8,78	0,45	2,29	2,02	0,66	0,23	0,99	0,41	4,84	0,92
9	2-feniletanol	12,12	0,32	3,11	0,48	0,54	0,40	28,6	11,0	6,15	3,90
10	succinato de dietila	15,00	0,24	0,37	0,28	3,45	0,38	9,15	17,6	24,5	8,24
11	ascaridol	21,94	0,27	0,08	0,35	4,37	3,20	0,62	1,18	0,89	4,73
12	*α*-copaeno	23,66	0,12	0,10	33,1	3,70	3,78	36,6	2,94	21,1	5,72
13	*β*-bourboneno	24,04	1,90	0,32	45,0	4,75	1,56	0,50	1,19	22,2	12,0
14	*β*-elemeno	24,34	2,21	0,15	0,59	0,59	25,8	0,61	1,62	0,72	11,1
15	(*E*)-cariofileno	25,57	0,09	0,63	4,84	0,75	0,44	0,85	8,93	0,82	19,6
16	N.I.	25,94	0,53	0,19	7,57	14,9	49,5	0,82	0,46	0,78	18,1
17	aristolene	26,53	0,21	0,25	0,00	0,50	0,56	0,85	0,78	5,20	0,83
18	*α*-humuleno	26,99	0,19	1,74	0,00	15,7	5,90	1,02	1,55	1,92	0,45
19	N.I.	27,29	0,24	3,21	0,00	16,3	1,26	0,68	0,32	2,04	0,98
20	germacreno D	28,25	0,21	30,3	0,00	0,69	0,00	0,96	24,4	1,69	0,98
21	*γ*-elemeno	28,84	3,27	33,0	0,00	15,7	0,00	1,59	6,52	0,57	0,68
22	*α*-muuroleno	28,98	2,31	1,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,70	0,00	0,47
23	N.I.	c29,18	34,0	0,80	0,00	0,69	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00
24	δ-cadineno	29,91	39,5	0,20	0,00	1,77	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00
25	N.I.	31,29	0,39	0,90	0,00	0,75	0,00	0,00	1,52	0,00	0,00
26	espatulenol	32,12	0,65	0,17	0,00	0,89	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00
27	*γ*-eudesmol	34,27	7,81	0,37	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
28	*β*-eudesmol	34,99	0,00	18,8	0,00	1,35	0,00	0,00	2,41	0,00	0,00
29	*α*-eudesmol	35,12	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	1,42	0,00	0,00
30	*cis*-calamen-10-ol	35,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	0,00	0,00
			99,9	100	100	100	99,9	100	99,9	99,9	99,6

Tabela 4. Compostos voláteis de vinhos de jabuticaba detectados por CG/EM

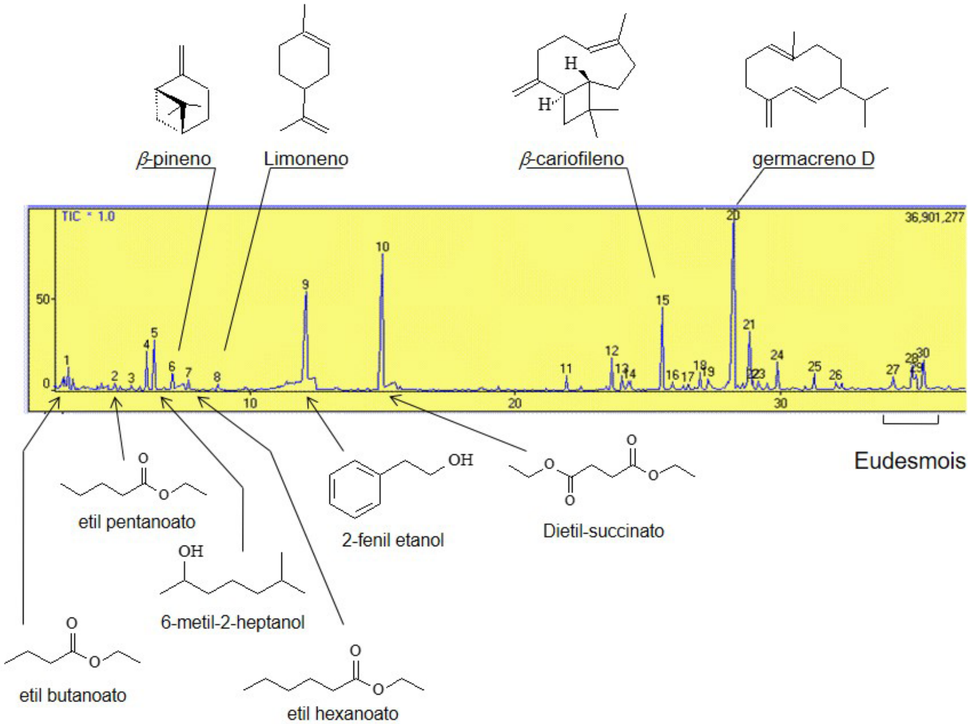


Figura 3. Perfil cromatográfico dos constituintes voláteis dos vinhos (safra de 2008).

Ésteres produzidos durante a fermentação foram detectados em todas as safras (anos) por CG/EM (Tabela 4 e Figura 3). Estas substâncias contribuem com notas de frutas, o que é muito favorável para o aroma do vinho (PERESTRELO *et al*., 2006). Todos estes ésteres etílicos foram identificados anteriormente em vinhos de jabuticaba (DUARTE *et al*., 2010b).

Além das substâncias formadas durante a fermentação, os compostos voláteis, oriundos dos frutos, também são importantes para o aroma dos vinhos. Os monoterpenos *β*-pineno e limoneno e os sesquiterpenos *α*-copaeno e (*E*)-cariofileno, presentes no óleo essencial dos frutos, foram detectados em vinhos de todas as safras (Tabela 4 e Figura 3). Os sesquiterpenos *β*-bourboneno e *β*-elemeno também estão presentes em todos os vinhos e foram detectados anteriormente nas folhas da jabuticabeira (DUARTE *et al*., 2010a). Esses constituintes contribuem para as propriedades sensoriais dos vinhos com notas de madeira, ervas, picante, doce e fresco (FREITAS *et al*., 2020). O perfil terpênico tem um papel importante na distinção de cada espécie de fruta e é usado até para distinguir vinhos de diferentes castas de uvas viníferas (PEÑA *et al*., 2005).

4 I CONCLUSÃO

Na produção de fermentados de frutas existem vários fatores que devem ser observados, tais como a coloração, adstringência, sabor e aroma. Durante a fermentação da jabuticaba ocorreu uma mudança no perfil dos constituintes voláteis, com a produção de álcoois e ésteres, responsáveis pelo aroma secundário, que contribuíram com aromas de flores e frutas. A presença de terpenoides, oriundos dos frutos e responsáveis pelo aroma primário, realçou o caráter exótico do vinho de jabuticaba. Assim, todos os compostos voláteis presentes nos vinhos de jabuticaba apresentaram características que contribuem positivamente para as propriedades sensoriais dessa bebida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Vinícola Jabuticabal pelo fornecimento das amostras e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (# 401188/2016-7).

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography /Quadrupole Mass Spectroscopy**. Allured: Carol Stream, Illinois. 2007.

ASAKAWA, Y.; NOMA, Y. Biotransformation of sesquiterpenoids, ionones, damascones, adamantanes, and aromatic compounds by green algae, fungi, and mammals. *In*: **Handbook of essential oils. Science, technology and applications**, Baser, K. H. C.; Buchbauer, G. (eds.). CRC Press: Boca Raton, 737-842, 2010.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils. Science, technology and applications**. CRC Press: Boca Raton, 2010, 975p.

BRASIL. **Decreto nº 2314**, 4 set.1997: Regulamenta a lei no 8918 de 14 jul.1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção, e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, p.19549, 05 de set.1997.

BRASIL. **Lei nº 7678**, de 8 out.1998: Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização de vinho e derivados de uva e do vinho, e dá outras providências. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/ acessado em 02/03/2011.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jabuticabas (*Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg) cv 'sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 378-383, 2004.

DUARTE, A. R.; COSTA, A. R.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C.; PAULA, J. R.; NAVES, R. V. Changes in volatile constituents during fruit ripening of wild *Eugenia dysenterica* D.C. **The Journal of Essential Oil Research**, v. 20, p. 30-32, 2008.

DUARTE, A. R.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Environmental influence on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, p. 1672-1680, 2010a.

DUARTE, A. R.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Influence of spatial, edaphic and genetic factors on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 737-746, 2012.

DUARTE, W. F.; DIAS, D. R.; OLIVEIRA, J. M.; TEIXEIRA, J. A.; SILVA, J. B. A.; SCHWAN, R. F. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabiroba, jaboticaba and umbu. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 1564-1572, 2010b.

FREITAS, T. P. *et al.* Volatile compounds and physicochemical quality of four jabuticabas (*Plinia* sp.). **Molecules**, v. 25, p. 4543, 2020.

GÓMEZ-MÍGUEZ, M. J.; GÓMEZ-MÍGUEZ, M.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: effects of grape maturity and soil type. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 758-764, 2007.

LALEL, H. J. D.; SINGH, Z.; TAN, S. C. Aroma volatiles production during fruit ripening of “Kensington Pride” mango. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 323-336, 2003.

MACEDO, E. H. B. C. *et al.* Unveiling the physicochemical properties and chemical profile of artisanal jabuticaba wines by bromatological and NMR-based metabolomics approaches. **LWT- Food Science and Technology**, v. 146, p.111371, 2021.

NOMA, Y.; ASAKAWA, Y. Biotransformation of monoterpenoids by microorganisms, insects, and mammals. In: **Handbook of essential oils. Science, technology and applications**, BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. (eds.). CRC Press: Boca Raton, p. 585-736, 2010.

PEÑA, R. M.; BARCIELA, J.; HERRERO, C.; GARCÍA-MARTÍN, S. Optimization of solid phase microextraction methods for GC-MS determination of terpenes in wine. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v, 85, n. 7, p. 1227-1234, 2005.

PERESTRELO, R.; FERNANDES, A.; ALBUQUERQUE, F.; MARQUES, J.; CAMARA, J. Analytical characterization of the aroma of tinta negra mole red wine: identification of the main odorants compounds. **Analytica Chimica Acta**, v. 563, n. 1-2, p. 154-164, 2006.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. J. A. Generalization of the Retention Index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. J**ournal of Chromatography** v. 11, p. 463-471, 1963.

CAPÍTULO 4

FILOGENIA DE ESPÉCIES DA ORDEM ERYSIPHALES RELATADAS NO BRASIL

Data de aceite: 03/10/2022
Data de submissão: 05/10/2022

Lucas Carvalho Soares
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/0490859606167537

Wallysson Nascimento Lima
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/0846752813720913

Felipe Ferreira Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/1078912180134896

Deurimar Herênio Gonçalves Junior
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/2477163031192105

Eduardo Alves de Souza
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/0347044489538584

RESUMO: Oídio é uma importante doença e está amplamente distribuída pelo o mundo, capaz de parasitar mais de 10.000 espécies de plantas. Entre os gêneros mais importantes da ordem Erysiphales, estão *Erysiphe* e *Podosphaera*, pois são os gêneros que possuem mais espécies relatadas. Ao todo 18 gêneros compõe a ordem Erysiphales atualmente, sendo que todos os gêneros possuem espécies que causam oídio. Por muito tempo a morfologia foi usada para distinguir espécies dentro dos gêneros da ordem Erysiphales, porém com os avanços dos estudos moleculares muita coisa mudou e algumas mudanças a nível de gênero e espécie foram necessárias. Assim, a morfologia unicamente deixou de ser usada como marcador morfológico para diferenciar gêneros. A origem e a evolução desse patógeno ainda não estão bem elucidadas apesar de serem bastante discutidas entre os principais pesquisadores. Ainda não tem na literatura uma revisão taxonômica abrangente com todos os gêneros da ordem Erysiphales, o que levaria o entendimento de algumas questões sobre a sua origem e evolução. O fato de ter pouca informação sobre os isolados dificulta em alguns estudos importantes. Diante disso o objetivo desta revisão foi reconstruir a filogenia das espécies pertencentes aos 17 gêneros da ordem Erysiphales com ênfase em espécies relatadas no Brasil. Foram utilizadas 64 sequências depositadas no GenBank das regiões ITS e 28S de diferentes espécies dentro de 17 gêneros da ordem Erysiphales. Foram geradas três arvores filogenéticas MP para mostrar a disposição das espécies. As espécies relatadas no Brasil presentes nesta revisão são: *Erysiphe quercicola*, *Erysiphe necator*, P*odosphaera pannosa* e *Queirozia turbinata*. As arvores geradas agruparam os gêneros em clados distintos. A região ITS foi capaz de agrupar bem o gênero Podosphaera e alguns gêneros que possuem apenas a região ITS de informação. Assim como a região 28S agrupou bem os gêneros que só possuíam essa região na

sua sequência. A região ITS é bastante utilizada nos estudos de análises moleculares pois é uma região capaz de separar bem os gêneros e espécies.
PALAVRAS-CHAVE: Oídio; taxonomia; evolução; *Erysiphe*; *Podosphaera*.

PHYLOGENY OF SPECIES OF THE ORDER ERYSIPHALES REPORTED IN BRAZIL

ABSTRACT: Powdery mildew is an important disease widely distributed around the world, capable of parasitizing more than 10,000 plant species. Among the most important genera of the order Erysiphales are *Erysiphe* and *Podosphaera*, as they are the genera with the most related species. A total of 18 genera currently make up an order Erysiphales, and all genera have species that cause powdery mildew. For a long time, morphology was used to distinguish species within the genera of the order Erysiphales, but with molecular advances, a lot has changed and some types of changes have been determined. Thus, morphology just stopped being used as a morphological marker for different genera. The origin and evolution of these pathogens are not yet elucidated among the main appreciable ones. There is still no comprehensive taxonomic review in the literature with all genera of the order Erysiphales, which would lead to the understanding of some questions about its origin and evolution. The fact of having little information about the isolates in some important studies. Therefore, the objective of this review was to reconstruct the phylogeny of species belonging to 17 genera of the order, with emphasis on related species in Brazil. There were 64 sequences deposited used in GenBank from the ITS and 28S regions of different species within 17 genera of the order Erysiphales. Three MP phylogenetic trees were generated to show the provision of species. The species reported in Brazil present in this review: *Erysiphe quercicola*, *Erysiphe necator*, *Podosphaera pannosa* and *Queirozia turbinata*. The generated trees were grouped into distinct genera. The ITS region was able to group well the *Podosphaera* genus and some genera that have only the ITS region of information. As well as the 28S region grouped well the genera that only had this region in its sequence. The ITS region is widely used in the 'studies of molecular samples because it is a region capable of doing well with genera and species.
KEYWORDS: Powdery mildew; taxonomy; evolution; *Erysiphe*; *Podosphaera*.

1 | INTRODUÇÃO

A ordem Erysiphales atualmente é composta por 900 espécies entre 18 gêneros causadores de oídio em diferentes espécies de plantas em todo o mundo (BRAUN; COOK 2012; MARMOLEJO et al., 2018). Considerado um dos grupos mais importantes de patógenos vegetais, o oídio pode atacar cerca de 10.000 espécies de angiospermas, incluindo culturas economicamente importantes como cereais, vegetais, arvores frutíferas e flores. A evolução e a taxonomia das espécies de oídio são amplamente discutidas, porém ainda falta uma revisão taxonômica abrangente das espécies com base em filogenia molecular afim de elucidar sua verdadeira origem e a evolução das espécies (TAKAMATSU, 2018).

Por muito tempo identificadores morfológicos como os apêndices foram utilizados para a delimitação de gêneros e espécies de oídio, porém a filogenia molecular revelou que os grupos com apêndices micelioides simples por exemplo são polifiléticos e evoluíram como resultado da evolução convergente. De acordo com a morfologia os grupos com estas características eram monofiléticos, diante disso foi proposto que os gêneros que foram identificados morfologicamente fossem revistos. Assim, a morfologia do apêndice deixou de ser usada como marcador morfológico para diferenciar gêneros. Entretanto vale ressaltar que a morfologia das estruturas durante o estágio assexual, especialmente a conidiogênese é bem coerente com a filogenia e auxilia na identificação correta das espécies (TAKAMATSU, 2018).

Os gêneros da ordem Erysiphales passaram por algumas mudanças depois de serem submetidos à estudos moleculares. O gênero *Erysiphe* foi dividido em três gêneros: '*Erysiphe*', *Golovinomyces* e *Neoerysiphe* (BRAUN; TAKAMATSU, 2000). Como o novo gênero '*Erysiphe*' ainda era um grupo polifilético complicado, Braun e Takamatsu (2000) juntaram *Microsphaera*, *Uncinula* e '*Erysiphe*' em *Erysiphe* s. lat. e reduziu esses gêneros em níveis de seção. Os gêneros *Sphaerotheca* e *Podosphaera* também foram combinados em único gênero, '*Podosphaera*' (BRAUN; TAKAMATSU, 2000).

Análises filogenéticas moleculares revelaram que *Uncinula septata* e *U. curvispora*, espécies que causam oídio em plantas fagáceas e endêmicas do leste da Ásia, se separaram de outros oídios em um estágio inicial da evolução e, portanto, um novo gênero, *Parauncinula*, foi proposto para essas duas espécies (TAKAMATSU et al., 2005). A espécie *Uncinula forestalis* também separou de outros oídios em estágio inicial de evolução e o gênero *Caespitotheca*, foi proposto para essa espécie (TAKAMATSU et al., 2005). A espécie *Pleochaeta turbinata* foi proposta para o gênero *Queirozia*, pois se distinguia claramente de outros oídios (LIBERATO et al., 2006). *Oidium phyllanthi* passou a fazer parte do novo gênero, *Microidium* (TO-ANUN et al., 2005). A filogenia molecular revelou que *M. phyllanthi* é um complexo de espécies composto por duas espécies (MEEBOON; TAKAMATSU, 2017). Além disso, *Takamatsuella* (BRAUN; COOK, 2012) e *Bulbomicroidium* (MARMOLEJO et al., 2018) foram propostos como novos gêneros.

Além dos gêneros citados acima, os gêneros: *Blumeria*, *Brasillomyces*, *Sewadaea*, *Arthrocladiella*, *Cystotheca* e *Leveillila* estão incluídos nesta revisão. Atualmente, os dados de sequência estão disponíveis para menos da metade das espécies conhecidas de oídio. Informações mais precisas sobre a filogenia e evolução de oídio serão obtidas à medida que mais espécies forem analisadas de forma abrangente. Entretanto, a hipótese levantada é que a análise filogenética das espécies desse grupo de patógenos é capaz de separar bem todos os gêneros da ordem Erysiphales. Não existe na literatura uma revisão abrangente sobre a filogenia das espécies dos 18 gêneros pertencentes a ordem Erysiphales. Como não foi possível a localização da sequência do gênero *Takamatsuella*, esta revisão teve como objetivo reconstruir a filogenia das espécies pertencentes aos 17 gêneros da ordem

Erysiphales com ênfase em espécies relatadas no Brasil.

2 | METODOLOGIA

2.1 Obtenção de sequencias de DNA e análise filogenética

As sequencias de DNA foram obtidas da base de dados do National Center for Biotechnology Information (NCBI), para este estudo foram utilizadas 64 sequencias de DNA previamente depositadas no GenBank dos genes ITS e 28s (Tabela 1). Foram gerados alinhamentos múltiplos das sequencias nucleotídicas de espécies dos 17 gêneros da ordem Erysiphales juntamente com os representantes da população relatada no Brasil, utilizando-se o programa CLUSTALW. Ajustes nos alinhamentos foram realizados utilizando o programa BioEdit. As análises filogenéticas de máxima parcimônia foram realizadas no programa PAUP 4.0 versão beta 10. As opções selecionadas para a análise de máxima parcimônia foram: buscas heurísticas, tree-bisection-reconnection (TBR), branch swapping e MULTREES. Cada gap foi considerado como um quinto caractere nas análises (newstate). As análises de bootstrap para as os dois genes separados foram realizados com 1000 repetições no programa PAUP. Para análise combinada dos genes foi utilizado o programa MEGA 7.0, para gerar as análises de bootstrap com 1000 repetições. Os índices de consistência (CI) e de retenção (RI) foram estimados nas análises. A espécie *Byssoascus striatosporus* foi utilizada como outgroup nas análises. As árvores filogenéticas geradas foram visualizadas no programa TreeView.

3 | RESULTADOS

Das 64 sequências obtidas, 56 eram da região ITS e 28 da região 28S (Tabela 1). A região 28S tinha 772 pares de bases de comprimento enquanto a ITS tinha 541 pares de base. Não foi possível obter sequencias com as duas regiões em estudo.

Na região ITS observou-se a formação de clados bem formados separando os gêneros da ordem e vários clados separando as espécies (Figura 1). Com a análise de Máxima parcimônia foram gerados os índices de consistência (CI) = 0,639 e de retenção (RI)=0,866.

O gênero *Podosphaera* com 24 sequências na árvore de 15 espécies possuía em sua grande maioria apenas a região ITS, apenas três isolados sendo dois isolados de *P. pannosa* (AB525937 e KX185529) e um de *P. amelanchieris* (AB525927) possuíam a região 28S. *P. pannosa* foi relatada no brasil em Eucalipto. O gênero *Erysiphe* separou-se bem com oito espécies no grande clado. As espécies *E. quercicola* e *E. necator* foram relatadas no Brasil em várias culturas. O gênero *Queirozia* com apenas uma espécie, *Q. turbinata* separou-se em um único clado. Essa espécie também já foi relatada no Brasil. Na árvore do gene ITS foi possível a separação de 11 gêneros da ordem Erysiphales,

além dos citados acima, os gêneros: *Golovinomyces, Blumeria, Cystotheca, Sawadaea, Brasiliomyces, Neoerysiphe, Parauncinula, Phyllactinia* e *Bulbomicroidium* separaram em clados diferentes com suas respectivas espécies.

Para a região *28S* foi possível separar 11 gêneros em clados diferentes, alguns com poucas espécies, como o caso do gênero *Podosphaera* que tem muitas espécies relatadas, porém poucas espécies com informações do gene 28S (Figura 2). Com a análise de Máxima parcimônia foram gerados os índices de consistência (CI) = 0,568 e de retenção (RI)=0,720.

Alguns gêneros como: *Blumeria*, *Arthrocladiella*, *Pleochaeta*, *Caespitotheca* só possuem informações para o gene 28S. Apesar da falta de informação para alguns genes, as duas arvores conseguiram diferenciar os gêneros e tiveram disposições parecidas. O gênero *Erysiphe* apesar de conter menos sequência que no gene ITS conseguiu formar um agrupamento parecido.

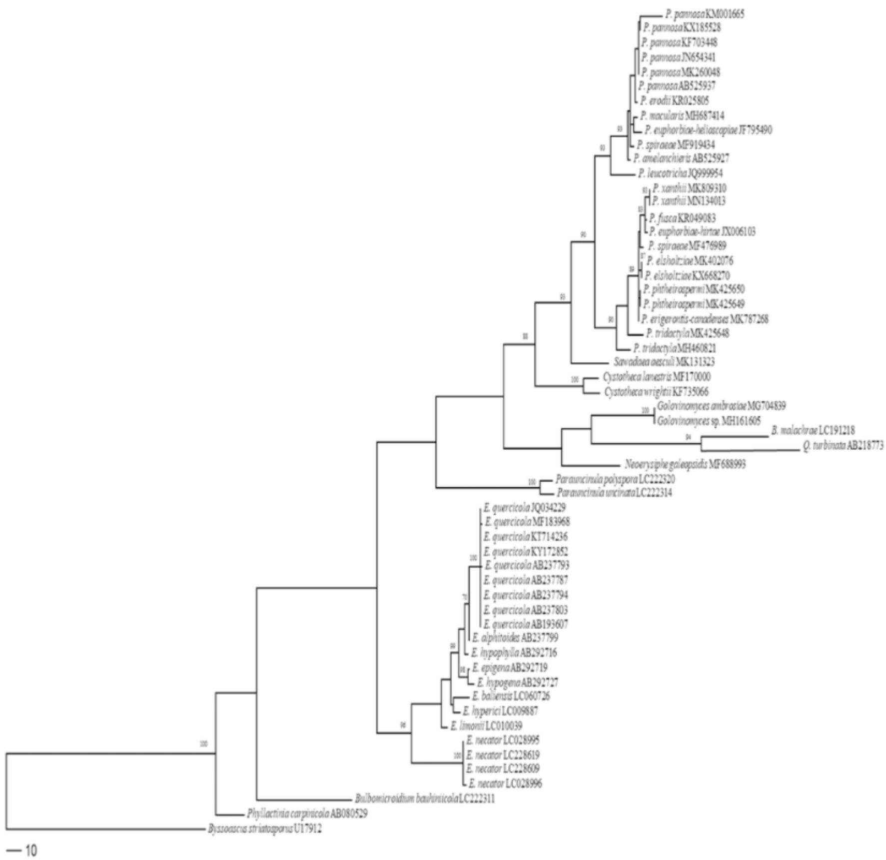


Figura 1. Análise filogenética do gene *ITS* rRNA para 56 sequências de especies da ordem Erysiphales e uma sequência de grupo externo.

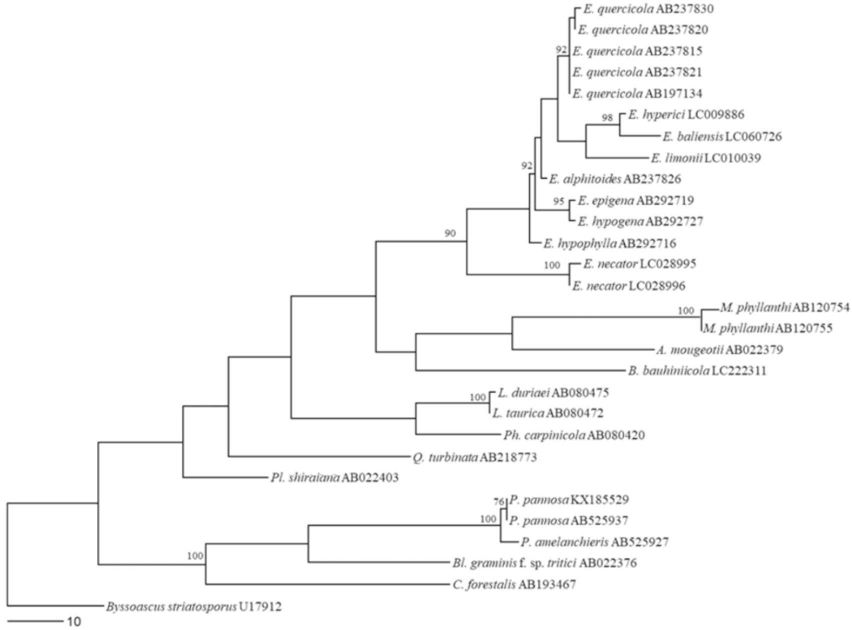


Figura 2. Análise filogenética do gene *28S* rRNA para 56 sequências de especies da ordem Erysiphales e uma sequência de grupo externo.

Na árvore combinada com os dois genes (ITS + 28S), houve agrupamentos dos gêneros semelhantes com as árvores dos genes separados, uma vez que foi possível observar a separação dos grupos de acordo com o gênero. Houve a formação de 6 grandes clados separando as espécies. Na arvore combinada foi possível separar 15 gêneros e suas respectivas espécies. Os maiores agrupamentos foram para os gêneros *Erysiphe* e *Podosphaera* devido a um maior número de espécies relatadas para esses gêneros (Figura 3). Com a análise de Máxima parcimônia foram gerados os índices de consistência (CI) = 0,616 e de retenção (RI)=0,836.

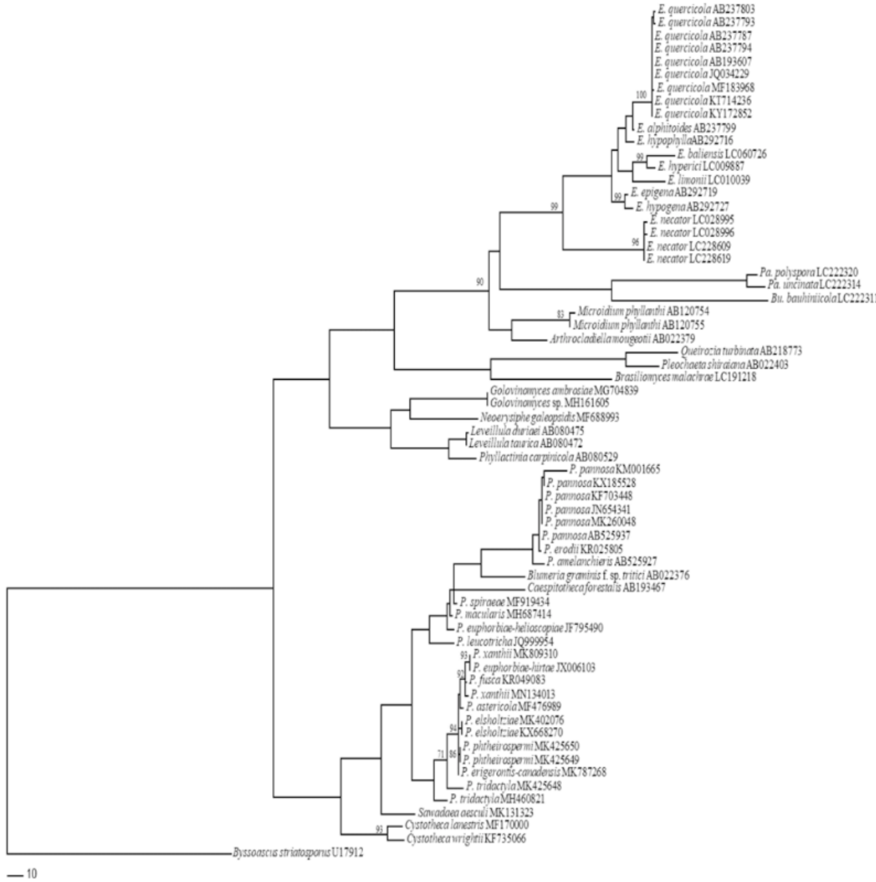


Figura 3. Análise filogenética dos genes (ITS +28S) rRNA para 64 sequências de especies da ordem Erysiphales e uma sequência de grupo externo.

4 | DISCUSSÃO

Até a década de 1990, a taxonomia dentro de Erysiphales era fundamentalmente baseada na morfologia e biologia dos fungos, com foco nas estruturas sexuais. Em muitas regiões tropicais onde a casmotecia (= cleistotecia) raramente é formada, estudos sobre etiologia da doença eram frequentemente comprometidos. Com a introdução de um novo conceito genérico de Braun et al. (2002), que inclui informações morfológicas, biológicas e moleculares do organismo e o uso de análises filogenéticas baseadas nas sequências ITS e 28S rDNA, agora é possível conectar a maioria das espécies anamórficas às suas espécies teleomórficas, mesmo quando apenas as anamorfo é encontrado (CUNNINGTON et al., 2003).

Entre os gêneros mais importantes destacam-se *Erysiphe* e *Podosphaera* por apresentarem um maior número de espécies em cada gênero. As duas espécies relatadas no brasil do gênero *Erysiphe* são: *E. quercicola* e *E. necator.* Recentemente, um estudo

taxonômico baseado em características morfológicas e moleculares relatou a ocorrência de *E. quercicola* causando oídio em cajueiros no Brasil (CARDOSO et al., 2017). Também foi relatado que esta espécie causa oídio em árvores como: (*Delonix regia*), seringueiras (*Hevea brasiliensis*), cânfora (*Cinnamomum camphora*) e carvalhos (*Quercus robur*) no Brasil (LIMKAISANG et al., 2005; DALLAGNOL et al., 2012). Fonseca et al. (2019) relatou *E. quercicola* causando oídio em planta de urucum no Brasil.

Erysiphe necator é um míldio comum e difundido em *Vitis vinífera* e outras espécies do gênero *Vitis*, além de hospedeiros de outros gêneros de Vitaceae (BRAUN; COOK, 2012), mas também recentemente foi relatado em planta de mamão (*Carica papaya*) nos EUA (BRAUN et al., 2017). No Brasil, foi relatado que *E. necator* causou oídio em *Caryocar brasiliense*, uma planta tropical comumente cultivada no mesmo ecossistema em que o caju é cultivado (BRAUN et al., 2017). Fonseca et al. (2019) relataram que *E. necator* foi associado exclusivamente a folhas maduras do cajueiro com base na morfologia, filogenética molecular e patogenicidade nas folhas de caju. Enquanto *E. quercicola* está associado a folhas mais novas. Os autores concluíram que essas duas espécies estão envolvidas com sintomas de oídio no caju.

A forma anamórfica do oídio é a forma mais comum no Brasil. Tradicionalmente, esse grupo de fungos é classificado com base em características morfológicas e espécies hospedeiras. Com base na morfologia, análises moleculares e testes de patogenicidade de amostras de fungos, o *Erysiphe quercicola* anamórfico foi reconhecido como o oídio em *Clitoria fairchildiana*.

Entre as espécies do gênero *Podosphaera, P. pannosa* é uma espécie cosmopolita que ocorre em várias espécies de famílias diferentes, como *Rosa* spp. e *Prunus* spp. e *Eucalyptus* spp. Estudos revelaram uma estreita relação evolutiva entre *Podosphaera* spp. e Rosaceae, sugerindo que a Rosaceae pode ter sido o primeiro hospedeiro de *Podosphaera* e saltos de hospedeiros do Rosaceae para outras famílias de plantas podem ter ocorrido espontaneamente durante a evolução de *Podosphaera* (TAKAMATSU et al., 2010). Com base em comparações de sequências de DNA e análises morfológicas, Fonseca et al. (2017) concluíram que os isolados de patógenos de oídio coletados em diferentes regiões do Brasil de *Eucalyptus* spp. pertencem à mesma espécie, *Podosphaera pannosa.*

As sequências ITS forneceram uma árvore filogenética mais robusta que as sequencias 28S rDNA. Tais resultados corroboraram com os de Fonseca et al (2017), quando analisaram sequencias de DNA de *P. pannosa*. Embora alguns autores desencorajem o uso da região ITS para análises filogenéticas em fungos (por exemplo, HARRINGTON et al., 2014), as regiões ITS e 28S rDNA foram selecionadas em nosso estudo por serem as regiões genéticas mais empregadas e bem elucidadas para a ordem Erysiphales, além de fornecer separação entre os táxons (BRAUN; COOK, 2012).

Golovinomyces é um gênero comum de oídio, com ampla gama de hospedeiros e distribuição mundial, geralmente ocorrendo como transformação assexuada. Análises

filogenéticas baseadas em dados de rDNA ITS e 28S rDNA de uma ampla gama de coleções de oídio de *G. orontii* s. lat. sugeriram muita heterogeneidade genética desta espécie, o que sem dúvida não é monofilético. Este estudo revelou que as sequências recuperadas de inúmeras coleções denominadas *G. orontii* (s. lat.) divididos em três grupos principais distintos, previamente classificados nos grupos 1 a 3 (BRAUN et al., 2019).

5 I CONCLUSÕES

As espécies relatadas no Brasil presentes nesta revisão são: *Erysiphe quercicola*, *Erysiphe necator*, P*odosphaera pannosa* e *Queirozia turbinata*. As árvores geradas agruparam os gêneros em clados distintos. A região ITS foi capaz de agrupar bem o gênero *Podosphaera* e alguns gêneros que possuem apenas a região ITS de informação. Assim como a região 28S agrupou bem os gêneros que só possuíam essa região na sua sequência. A região ITS é bastante utilizada nos estudos de análises moleculares, pois é uma região capaz de separar bem os gêneros e espécies.

REFERÊNCIAS

BRAUN, Uwe; TAKAMATSU, Susumu. Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystotheceae) inferred from rDNA ITS sequences: some taxonomic consequences. **Schlechtendalia**, v. 4, p. 1-33, 2000.

BRAUN, Uwe. Taxonomic manual of Erysiphales (powdery mildews). **CBS Biodiversity series**, v. 11, 2012.

BRAUN, U. et al. Powdery mildew species on papaya–a story of confusion and hidden diversity. **Mycosphere**, v. 8, p. 1403-1423, 2017.

BRAUN, U. et al. Phylogeny and taxonomy of *Golovinomyces orontii* revisited. **Mycological Progress**, v. 18, n. 3, p. 335-357, 2019.

CARDOSO, J. E. et al. First report of *Erysiphe quercicola* causing powdery mildew on cashew in Brazil. **Plant Disease**, v. 101, n. 7, p. 1327, 2017.

CUNNINGTON, James H. et al. Molecular identification of anamorphic powdery mildews (Erysiphales). **Australasian Plant Pathology**, v. 32, n. 3, p. 421-428, 2003.

DALLAGNOL, L. J. et al. First report of powdery mildew on flamboyant tree caused by *Erysiphe quercicola* in Brazil. **Plant Disease**, v. 96, n. 4, p. 589-589, 2012.

DORNELES, K. R. et al. First report of powdery mildew caused by *Erysiphe quercicola* on curly dock (*Rumex crispus*) in Brazil. **Plant Disease**, v. 103, n. 3, p. 588-588, 2019.

FONSECA, W. L. et al. Morphological, molecular phylogenetic and pathogenic analyses of *Erysiphe* spp. causing powdery mildew on cashew plants in Brazil. **Plant Pathology**, v. 68, n. 6, p. 1157-1164, 2019.

FONSECA, W. L. et al. First report of *Erysiphe quercicola* causing powdery mildew in Bixa orellana in Brazil. **Plant Disease**, v. 103, n. 6, p. 1424-1424, 2019.

FONSECA, Wéverson L. et al. *Clitoria fairchildiana*, new host of anamorphic *Erysiphe quercicola* in Brazil. **Journal of General Plant Pathology**, v. 85, n. 6, p. 453-457, 2019.

FONSECA, Natália R. et al. Eucalypt powdery mildew caused by *Podosphaera pannosa* in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 4, p. 261-272, 2017.

HARRINGTON, T. C. et al. Intraspecific and intragenomic variability of ITS rDNA sequences reveals taxonomic problems in *Ceratocystis fimbriata* sensu stricto. **Mycologia**, v. 106, n. 2, p. 224-242, 2014.

LIBERATO, José R. et al. *Queirozia turbinata* (Phyllactinieae, Erysiphaceae): a powdery mildew with a dematiaceous anamorph. **Mycological research**, v. 110, n. 5, p. 567-574, 2006.

LIMKAISANG, Saranya et al. Molecular phylogenetic and morphological analyses of *Oidium heveae*, a powdery mildew of rubber tree. **Mycoscience**, v. 46, n. 4, p. 220-226, 2005.

LIMKAISANG, Saranya et al. Molecular phylogenetic analyses reveal a close relationship between powdery mildew fungi on some tropical trees and *Erysiphe alphitoides*, an oak powdery mildew. **Mycoscience**, v. 47, n. 6, p. 327-335, 2006.

MARMOLEJO, José et al. Three new records of powdery mildews found in Mexico with one genus and one new species proposed. **Mycoscience**, v. 59, n. 1, p. 1-7, 2018.

MEEBOON, Jamjan; TAKAMATSU, Susumu. First found of *Erysiphe elevata* on *Eucalyptus camaldulensis* and *Phyllactinia lagerstroemiae* sp. nov. on *Lagerstroemia* from Thailand. **Mycoscience**, v. 58, n. 4, p. 253-260, 2017.

SWOFFORD, David L. PAUP: phylogenetic analysis using parsimony (and other methods), 4.0 beta. **http://paup. csit. fsu. edu/**, 2002.

TAKAMATSU, Susumu; LIMKAISANG, Saranya; BRAUN, Uwe. Phylogenetic relationships and generic affinity of *Uncinula septata* inferred from nuclear rDNA sequences. **Mycoscience**, v. 46, n. 1, p. 9-16, 2005.

TAKAMATSU, S. et al. Molecular phylogenetic analyses reveal a close evolutionary relationship between *Podosphaera* (Erysiphales: Erysiphaceae) and its rosaceous hosts. **Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 24, n. 1, p. 38-48, 2010.

TAKAMATSU, Susumu. Studies on the evolution and systematics of powdery mildew fungi. **Journal of General Plant Pathology**, v. 84, n. 6, p. 422-426, 2018.

TO-ANUN, Chaiwat et al. A new subgenus, *Microidium*, of *Oidium* (Erysiphaceae) on *Phyllanthus* spp. **Mycoscience**, v. 46, n. 1, p. 1-8, 2005.

Espécime	Isolado	Hospedeiro	Origem	N. de acesso Gebank		Referências
				(*ITS*)	(*28S*)	
E. alphitoides	VPRI20379	*Mangifera indica*	Austrália	AB237799	AB237826	Siahaan et al. (2006)
E. baliensis	MUMH 5705	*Gliricidia sepium*	Indonésia	LC060726	LC060726	Siahaan et al. (2016)
E. epigena	MUMH 1958	*Quercus variabilis*	Japão	AB292719	AB292719	Takamatsu et al. (2007)
E. hyperici	BCRU 04186	*Hypericum perforatum*	Japão	LC009887	LC009886	Takamatsu et al. (2015)
E. hypogena	MUMH 900	*Quercus acutissima*	Japão	AB292727	AB292727	Takamatsu et al. (2007)
E. hypophylla	MUMH 2405	*Quercus serrata*	Japão	AB292716	AB292716	Takamatsu et al. (2007)
E. limonii	MUMH 2568	*Limonium platyphyllum*	Ucrânia	LC010039	LC010039	Takamatsu et al. (2015)
E. necator	MUMH s141	*Vitis coignetiae*	Japão	LC028995	LC028995	Takamatsu et al. (2015)
E. necator	MUMH 530	*Vitis vinifera*	Japão	LC028996	LC028996	Takamatsu et al. (2015)
E. necator	MUMH 5733	*Caryocar brasiliense*	Brasil	LC228609		Braun et al. (2017)
E. necator	MVAP06370315	*Carica papaya*	USA	LC228619		Braun et al. (2017)
E. quercicola	LGM-005	*Delonix regia*	Brasil	JQ034229		Dallagnol et al. (2012)
E. quercicola	MUMH 2419	*Hevea brasiliensis*	Brasil	AB193607	AB197134	Limkaisang et al. (2005)
E. quercicola	MUMH 2546	*Acacia auriculiformis*	Malásia	AB237803	AB237830	Limkaisang et al. (2006)
E. quercicola	MUMH 3188	*Mangifera indica*	Argentina	AB237794	AB237821	Limkaisang et al. (2006)
E. quercicola	MUMH 3165	*Bixa orellana*	Argentina	AB237787	AB237815	Limkaisang et al. (2006)
E. quercicola	MUMH3210	*Citrus sinensis*	Malásia	AB237793	AB237820	Limkaisang et al. (2006)
E. quercicola	OID.104	*Anacardium occidentale*	Brasil	KY172852		Cardoso et al. (2017)
E. quercicola		*Quercus robur*	Brasil	KT714236		Piveta et al. (2018)
E. quercicola		*Cinnamomum camphora*	Brasil	MF183968		Dorneles et al. (2018)
P. pannosa	PA1-17	*Citrus reticulata × C. sinensis*	Chile	MK260048		Cornejo et al. (2019)
P. pannosa	5BCR	*Rosa* spp.	México	KM001665		Felix-Gastelum et al. (2014)
P. pannosa		*Prunus cerasus*	França	JN654341		Hubert et al. (2012)
P. pannosa	BPI 892677	*Catharanthus roseus*	Estados Unidos	KF703448		Romberg et al. (2014)
P. phtheirospermi	QHU2018075	*Pedicularis rex*	China	MK425650		Bai et al. (2019)
P. xanthii	PCR-2	*Solena amplexicaulis*	China	MK809310		Tang et al. (2019)
P. erigerontis-canadensis	PC-1	*Erigeron canadensis*	China	MK787268		Guo et al. (2019)
P. tridactyla	QHU2018019	*Sorbaria sorbifolia*	China	MK425648		Bai et al. (2019)
P. phtheirospermi	QHU2018030	*Pedicularis cranolopha*	China	MK425649		Bai et al. (2019)
P. xanthii	HMQAU190623	*Sonchus asper*	China	MN134013		Shi et. (2019)
P. elsholtziae	QHU2017043	*Dracocephalum tanguticum*	China	MK402076		Bai et al. (2019)
P. macularis	CT1	*Humulus lupulus*	Estados Unidos	MH687414		Allan-Perkin et al. (2019)
P. tridactyla	UACH H191	*Prunus domestica*	Mexico	MH460821		García-Ruiz et al. (2019)
P. astericola	KUS:F29401	*Aster spathulifolius*	Coréia	MF476989		Kim et al. (2018)

P. spiraeae	WSP 72905	*Spiraea japonica*	Estados Unidos	MF919434		Moparthi et al. (2018)
P. elsholtziae	KUS:F29082	*Ajuga reptans*	Coréia	KX668270		Cho et al. (2016)
P. erodii	WDG0221	*Erodium moschatum*	Estados Unidos	KR025805		Choudhury et al. (2015)
P. fusca	SQ1	*Potentilla supina*	China	KR049083		Xu et al. (2015)
P. leucotricha	HMLAC120001	*Photinia serrulata*	China	JQ999954		Liang et al. (2012)
P. euphorbiae-helioscopiae	CJLCC100	*Euphorbia pekinensis*	China	JF795490		Liu et al. (2011)
P. euphorbiae-hirtae	CDFA-1269010	*Euphorbia tithymaloides*	Estados Unidos	JX006103		Rooney-Latham; Bischoff (2012)
P. pannosa	LPF 610	*Eucalyptus urophylla*	Brasil	KX185528	KX185529	Fonseca et al. (2017)
P. pannosa	MUMH 1476	*Rosaceae - Rosa rubiginosa*	Argentina	AB525937	AB525937	Takamatsu et al. (2010)
P. amelanchieris	MUMH 4968	*Rosaceae - Amelanchier laevis*	Alemanha	AB525927	AB525927	Takamatsu et al. (2010)
Golovinomyces ambrosiae	IHPS-F49	*Helianthus tuberosus*	Slovenia	MG704839		Radisek et al. (2018)
Golovinomyces sp	OGI-1	*Cannabis sativa*	Canada	MH161605		Pepin et. al (2018)
Blumeria graminis f. sp. tritici	race t2	*Triticum aestivum*	Japan		AB022376	Mori et al (2000)
Neoerysiphe galeopsidis		Stachys japonica	China	MF688993		Zhang et al. (2018)
Brasiliomyces malachrae	MUMH 3119	*Malvastrum coromandelianum*	Argentina	LC191218		Takamatsu et al. (2016)
Parauncinula uncinata	MUMH 4131	*Quercus variabilis*	Japan	LC222314		Meeboon et al. (2017)
Parauncinula polyspora	MUMH 5732	*Quercus aliena*	Japan	LC222320		
Cystotheca lanestris	CMQc1	*Quercus crassipes*	Mexico	MF170000		Cibrián-Tovar et al. (2017)
Cystotheca wrightii	KUS-F27309	*Quercus glauca*	Korea	KF735066		La et al. (2014)
Sawadaea aesculi		*Aesculus chinensis*	China	MK131323		Jiang et al. (2019)
Arthrocladiella mougeotii		*Lycium chinense*	Japan		AB022379	Mori et al (2000)
Microidium phyllanthi	MUMH1778	*Phyllanthus acidus*	Thailand		AB120754	Takamatsu et al. (2000)
Microidium phyllanthi	MUMH1782	*Phyllanthus amarus*	Thailand		AB120755	Takamatsu et al. (2005)
Leveillula duriaei	IRAN11142	*Salvia nemorosa*	Iran		AB080475	Takamatsu et al. (2008)
Leveillula taurica	IRAN11134	*Helianthus annuus*	Iran		AB080472	Takamatsu et al. (2008)
Phyllactinia carpinicola	TUAMH2206	*Carpinus tschonoskii*	Japan	AB080529	AB080420	Takamatsu et al. (2008)
Pleochaeta shiraiana		*Celtis sinensis var. japonica*	Japan		AB022403	Mori et al (2000)
Bulbomicroidium bauhiniicola	MUMH 6844	*Bauhinia macranthera*	Mexico	LC222311	LC222311	Takamatsu et al (2018)
Caespitotheca forestalis	MUMH1461	*Schinopsis balansae*	Argentina		AB193467	Takamatsu et al. (2005)
Queirozia turbinata	VIC 26558	*Platycyamus regnellii*	Brazil	AB218773	AB218773	Liberato et al. (2006)
Byssoascus striatosporus	NRRL 3264	*Byssoascus striatosporus*			BSU17912	Peterson et al. (2000)

Tabela 1. Informações das espécies da ordem Erysiphales utilizadas.

SOBRE O ORGANIZADOR

LUCAS CARVALHO SOARES - Técnico em Artes Dramáticas pela Escola Estadual Gomes Campos, Engenheiro Agrônomo - Universidade Federal do Piauí (UFPI), foi aluno selecionado no programa de mobilidade acadêmica nacional na Instituição de ensino superior Universidade Federal do Ceará (UFC), durante o(s) Período(s) Letivo(s) de 2018.1, durante a graduação exerceu pesquisa na área de agrometeorologia com enfoque nas hortaliças, mestre em Agronomia/Fitotecnia - UFC, onde trabalhou na linha de pesquisa de tecnologia e produção de sementes com enfoque em trabalhos investigando testes de vigor em sementes das espécies como: feijão, sorgo e melancia. Premiado como pós-graduando do ano 2020 pelo programa de pós-graduação em Agronomia/fitotecnia (PPGAF)-UFC. Atualmente aluno do curso de doutorado do programa de fitotecnia-UFRRJ, atuando na linha de pesquisa de patologia de sementes e nanotecnologia e aluno do curso de especialização Pós-colheita em produtos hortifrutícolas-IFSertãoPE e Educação e tecnologias digitais-IFTO

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

E

F



www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Características e importância econômica da FRUTICULTURA 2

Atena Editora
Ano 2022



www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Características e importância econômica da FRUTICULTURA 2

Atena Editora
Ano 2022